

壹、緒論

一、研究動機與目的

建築環境品質之控制首重是否能有效地確保建築物之健康舒適性。1970 年代起，建築物受「能源危機」的影響而倡議「節約能源技術」之推廣；殆至 1980 年代之際，兼顧建築節能與健康需求的室內空氣品質（Indoor Air Quality, IAQ）問題，逐漸成為建築室內空調環境品質控制的一大難題。

1970 年代因應石油危機而採取的各項建築節約能源成本措施，造成了許多通風不良的建築，導致建築物室內空氣品質低落。依據我國「行政院環保署」於 80 年度的「一般室內空氣污染物污染源之現況調查」研究結果，也顯示了台灣地區建築物的室內空氣品質有逐漸惡化的趨勢。台灣地區由於地狹人稠、都市化程度高、都市土地的集約使用與建築物的鄰棟間距、高度、座向及植栽等因素，造成室內通風換氣氣流分佈的不均勻及換氣量之不當。再加上國人目前遵循法令風氣之低微，更造成既有建築物室內空氣之惡化。

目前，我國有關室內空氣品質的規定在「建築技術規則」中有：建築設計施工編第四十三條（通風）等規定、建築設備編第一百條至第一百零二條（機械通風系統及通風量）規定，其條文內容仍顯不夠完備，如：

1. 機械通風設備之通風量標準遠大於美、日兩國法規標準，自空調器具省能觀點而言，有值得進一步探討之必要。
2. 機械通風設備之通風量標準是隨著地板面積而改變，與室內人員密度無關。對於高密度人員聚集之場所（高潛熱負載及高污染濃度），其通風量是否合適？仍值得再加以評估。
3. 室內空氣品質管制基準目前僅於勞工安全衛生法中訂定產業現場中二氧化碳之允許濃度（5000 ppm），對於一般集合住宅、辦公室等人員密集的場所，則尚未在任何法規中規範。因此，為了保障室內人員的基本健康權益、確保生活品質及使得通風量的訂定有所依據，有必要研擬符合台灣地區本土化的室內空氣品質基準。
4. 目前，許多大樓採用密閉式中央空調設備，但對於整體空調系統在設計及使用階段的通風量、室內空氣品質管理辦法仍無任何法規可加以規範，以至於「病大樓症候群（SBS）」於台灣地區層出不窮。
5. 空調系統擔負著兩大重責：一是提供使用者應有之熱舒適度；一是維持

適當的室內空氣品質，以確保使用者之生理健康。倘若系統無法正常運作，且無適時的警告裝置時，使用者之健康狀態將受嚴重之威脅。目前的法規對於空調系統的不安全性仍無任何檢測、因應規範。

由此可看出目前已有的通風有關條文確實有增訂、修正之必要。

本研究之目的乃在基本健康需求條件下，探討建築技術規則中有關居住空間通風量相關規定之適宜性。並經由現場實測與實驗、數值模擬方法，得到一歸納性之結果，期能回饋到現有的法規之修正，以有效管制與維護室內通風之品質。

二、研究內容與範圍

參考美、日與歐州等國法規中與通風有關條文主要包含有兩大項，一為室內空氣品質之規範值與管理條文；一為通風法則之規範條文，而我國現有的法規僅對通風量有所規範。因此，就法規之完整性而言，有必要再做下列之調整：

(1) 就室內空氣品質之規範值與管理條文而言：

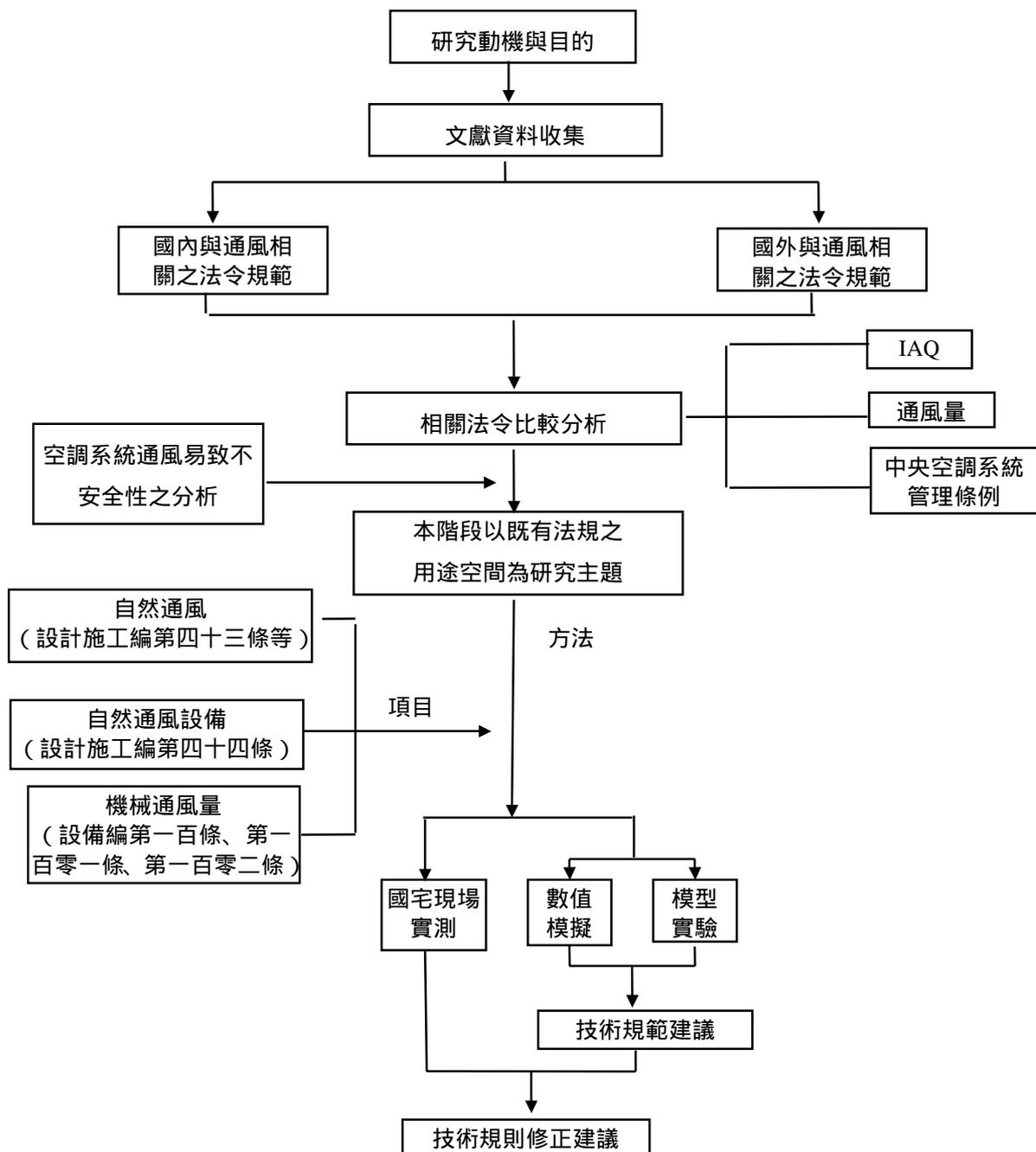
關於本土化的室內污染物種類、濃度對人體健康之影響，皆必須透過臨床實驗常年累積研究與現場人員舒適度之量測，方能下一定論。而現階段已有必要針對我國建築室內空氣品質的規範與管理擬訂一基準值。因此，本研究建議現階段可參考國外法規之管制值與污染物濃度表示單位，及國內目前已有之研究案件，作為目前建築設計與管理之參考依據，以訂定出合適的室內空氣品質規範，使室內健康環境得以維持一定水準，並可使下述通風量規範之修訂有所準則可循。

(2) 就通風量之規範條文而言：

1. 自然通風方面：以有效斷面積為規範基準，探討目前已有的設計值是否適當，是否符合本土多樣化的氣候條件。
2. 機械通風方面：探討現有之機械通風規定中，各房間用途所需之通風量，其量值是否適當，是否須將人口密度列入部分用途空間中，作為其通風量之基準考量。
3. 基於本研究案之時效性與人力、實驗設備之配置限制，本階段之研究重點將著眼於分析空調系統易致不安全因素並謀求其改善之方法以及辦

公室及臥室用途之室內空氣品質基準值之訂定及探討目前已有「通風」規則中，通風量之大小是否合宜。希望先行擬訂出適當之條文。

三、研究方法與流程



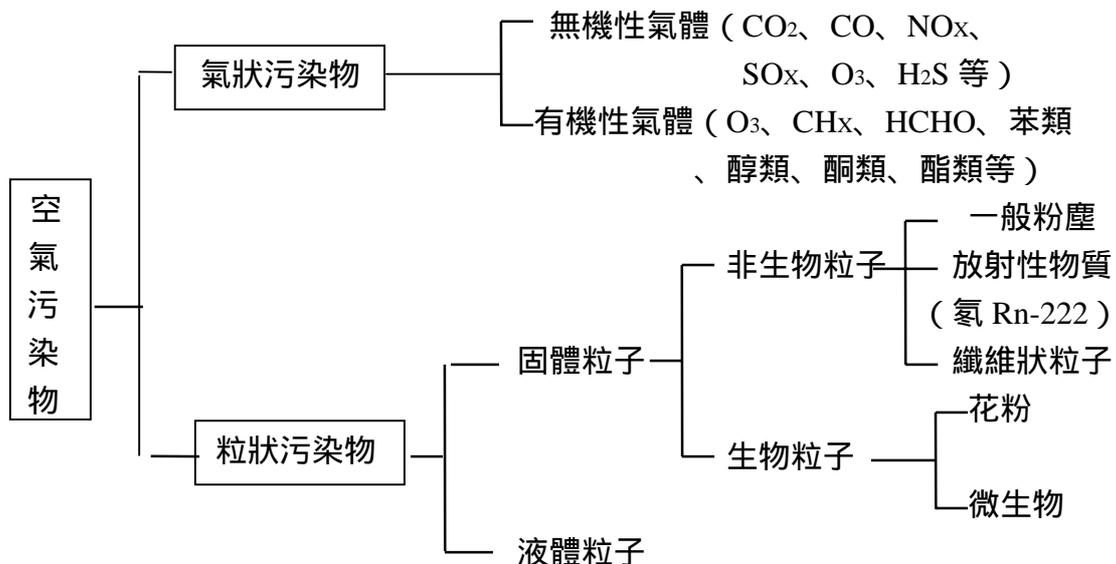
貳、通風對室內空氣品質之健康、舒適性之影響

一、大氣組成與外氣影響

在都市地區，由於高度地集約化，人車等活動頻繁，所產生之廢氣排放量，使得大氣污染濃度也變大；這些外氣污染物經由建築門窗或空調外氣口等進入室內，加上建築室內污染物也多，這兩項污染源混合在一起，極易造成室內空氣品質的不佳。當室內空氣中污染物的濃度過高時，超過正常人新陳代謝與承受能力，因而對健康產生不利的影響。

二、室內空氣污染物之種類與來源

建築物內之空氣品質，主要視空氣中污染物種類與濃度而定，依污染物排放型態來看，可分為「氣狀污染物質」及「浮游粒子狀污染物質」兩大類型。其分類如下所示：



至於室內空氣污染物的來源，依據美國職業安全衛生協會（NOISH）室內空氣品質問題的調查歸納，室內主要污染物的來源有外氣、室內人員、空調系統、建築材料、事務器具與用品及室內有機物質等六大來源，各污染源所產生之主要污染物因子如下表所示：

來源類別	污染來源	污染物質（空氣品質影響因子）
進入	汽機車排放廢氣	CO、NO _x 、SO _x 、Pb、O ₃ 、粉塵
外氣	工廠	CO、NO _x 、SO _x 、粉塵、Pb、光化學性高氧化物（O ₃ 等）
	營建工地及其他	粉塵、細菌、花粉粒、濕氣
室內	人體	體臭、CO ₂ 、NH ₃ 、H ₂ O、頭皮屑、細菌
人員	人員活動	砂塵、纖維、黴菌、細菌
	香煙	粉塵、CO、CO ₂ 、NH ₃ 、CH _x 、各種致癌物質
空調	空調箱（過濾網）	霉菌、虱蚤類、細菌、臭味
系統	風管	粉塵、纖維、霉菌、虱蚤類、細菌
事務	事務機器（影印機）	NH ₃ 、O ₃ 、溶劑類、塵粒、粉墨粒
器具	燃燒器具（瓦斯爐）	CO、CO ₂ 、NO _x 、CH _x 、粉塵、煙粒子
用品	殺蟲劑類	噴射劑、殺蟲劑、殺菌劑、殺鼠劑、防蠅劑
建築	室內建築材料	甲醛、石棉纖維、接著劑、油漆、地毯纖維毛絮、黴菌、浮游細菌、壁虱
材料	維修保養	溶劑、洗劑、砂塵、臭菌
有機物質	室內有機物質	腐敗食物、植物花草、潮濕物、排泄物

三、室內空氣污染物對人體健康的影響

室內空氣中除須有合理的氧氣外，亦不能有過多對人體有傷害的污染物質，如二氧化碳、一氧化碳、粉塵、甲醛、臭氣等；如這些空氣污染物濃度低於人體損害的程度，就表示室內空氣污染物濃度在容許限度內，還算好；反之則可能造成人體健康損害，甚至生命危害。室內空氣品質不佳，對人體健康的影響是造成呼吸器官、視覺器官的不適，以及肺部器官的疾病、中樞神經的傷害；間接之影響是降低人體反應能力與精神意志。據調查，大多數人，一天中有百分之八十到九十的時間是在室內活動，室內空氣品質與人體健康實在

有密不可分之關聯。以下介紹三項室內常見且影響較大的污染物 CO、CO₂、浮游粉塵對人體健康的影響：

1. 一氧化碳 (CO) 是無色、無味的氣體，低濃度情況下便有毒，一氧化碳的產生是由於燃料的不完全燃燒，另外瓦斯爐或熱水器滲漏、交通廢氣及室內人員抽煙也是室內一氧化碳的重要來源。一氧化碳進入人體後，他比氧更容易被血液所吸收，破壞原本血液輸送氧氣的功能，使人產生窒息而致命。
2. 二氧化碳 (CO₂) 為室內居住者及燃燒器具產生，在居住者產生的二氧化碳是經由肺部的呼吸作用排出體外，在燃燒器具產生的二氧化碳是經由燃燒過程釋出；由於室內居住者及燃燒器具產生產生的二氧化碳還算標準，且易於測量，因此常常將其濃度作為室內污染指標，一般室內空氣中二氧化碳濃度常以 700~1000ppm 或 1000ppm 以下作為評估標準。一般濃度的二氧化碳是無毒的，但久處於高污染濃度下，仍易引起呼吸道疾病或中樞障害。
3. 粉塵是室內空氣污染物中最普遍的，一般以 100 μ m 以下的浮游性固態微粒物和低蒸汽壓液態粒子為考慮對象。粉塵粒徑在 10 μ m 以下會於氣管及支氣管內沉著，因此 0.01~10 μ m 的粒徑是造成人體之呼吸機能阻害（如過敏性鼻炎、氣喘、慢性阻塞性肺疾）的主要原因。粉塵濃度如大於 0.15mg/m³ 以上，是被多數人認為污穢的濃度。
4. 其他室內空氣污染物尚有氮氧化物、硫氧化物、甲醛、臭氣、香煙煙霧、微生物、氫氣、有機化合物 (VOCs) ...等。

室內空氣污染物對人員健康的影響上，輕微者造成室內人員身心不適，或導致慢性疾病；嚴重者甚至會導致死亡。為保障室內人員的權益，實有必要構築一套適當的通風方式或器具，經由自然或人工換氣來管制室內空氣污染物濃度。

參、我國現有法規之比較探討

一、有關室內空氣品質規範之條文

1. 法規條文上之比較探討

表 4-1-1 各國室內空氣品質設計及管理規範

國別	溫度	濕度 %	平均風速 m/s	懸浮粒子 mg/m ³	CO ₂ ppm	CO ppm	管制法令
中華民國					5000	50	勞工安全衛生法
美國 ICBO	待查						
美國 BOCA				0.15		8	NMC SEC. 1603
日本	17~28	40~70	< 0.5	PM ₁₀ < 0.15	1000	10 (時平均值)	建築基準法施行令 建物管理法施行令
美國 ASHRAE	ET* 值 夏：23~26 冬：20~23.5		0.5	PM ₁₀ < 0.5		9 (時平均值)	ASHRAE 62R (Draft 1996) ASHRAE 55a-95
歐洲	22~24.5	0.15~0.25					

2. 問題點之彙整

許多國家對外氣環境都訂有管制標準，但對室內空氣品質之管制則不一定有法令及基準值來規範，但面對日益惡化的室內空氣品質及層出不窮的「病大樓症候群」，美國冷凍空調協會與歐洲標準協會等已於去年度（1996年）分別提出增修訂之通風法規，冀望藉由法規之訂定來保障人員之健康權益。目前我國台灣地區有關室內空氣品質的規定，均是指工廠等產業現場之工業衛生基準對於一般集合住宅、辦公室等人員密集之場所，則尚未在建築法規、衛生法規或環保法規中規範。故建築物室內空氣品質不良時，相關主管單位面臨無法令可管制或告發來促使業者改善，以保障室內人員健康的基本權益，以及確保生活品質。由表 4-1-1 各國室內空氣品質設計及管理規範之比較中可知，日本建築基準法、建物管理法、美國冷凍空調協會通風換氣基準以及歐洲標準中，對於污染物（CO、CO₂、PM₁₀、等）都訂定其容許基準濃度之規定來管制與維護室內空氣品質。再者，欲實行「解析法」程序以計算所需通風量時，亦需有室內空氣品質規範值與室內污染物強度。政府相關主管單位有必要研擬符合台灣地區本土化的室內空氣品質基準。

二、有關自然通風之條文

1.法規條文上之比較探討

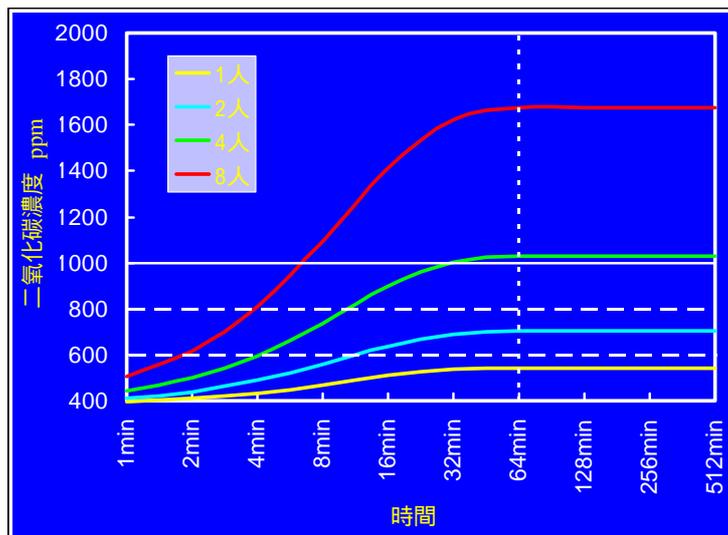
由表 4-2-1 各國自然通風規定之比較得知，各國均以「開口面積」作為空間自然通風時之管制。

表 4-2-1 各國自然通風規定之比較

我國	美國 ICBO	美國 BOCA	日本	美國 ASHRAE 62R (DRAFT, 1996)
設計施工編第 四十三條等	UBC SEC. 605 ...etc.	NBC SEC. 706.2	建築基準法第 二十八條等	Section 5.7.2
有效開口面積	有效開口面積	最小開口部面積	有效開口面積	最小開口部面積
依空間用途而 規定不同之有 效開口面積值	依空間用途而規定不 同之有效開口面積值 (% of the floor area)	4 % of floor area being ventilated	依空間用途而 規定不同之有 效開口面積值	4 % of the net occupied floor area

2.以「污染物質守恆模型」來檢驗法規之適用性

結果如下圖所示，可知僅考慮通風面積而不將室內人員密度列入考量時，在室內人員密度較高的空間中，室內空氣品質將嚴重產生問題。



3.問題點之彙整

除了上述「室內人員密度」應列入考量外，開口位置亦決定室內自然通風流場結構與通風效率，在規則或規範中應可給予設計建議。

三、有關機械通風之條文

於「建築技術規則」建築設備編所臚列之各用途空間通風量，尚未明確定義其「通風量」意謂「新鮮外氣引入量」或是「系統供風量」？而美國、歐洲、日本等國的「通風量」則已定義為「新鮮外氣引入量」，此值得我國於增修訂條文時明確地定義。

1.法規條文上之比較探討

由表 4-3-1 所列各國機械通風量值可看出，日本建築法規、ASHRAE 規範與歐洲標準規範（一般適用性）此三者除了在廚房（非營業用及營業用）此用途空間上，日本建築法規所推算之量值較小外，其他用途空間之機械通風量值三者之差異不大。美國 BOCA 法規亦有上述類似性之趨勢，但在使用人數較多的空間（如：會議室、候診室、展覽室、百貨公司、等），其所規定之量值與前述三種規定相較下則有較大之現象。美國 UBC 法規將類似用途空間聚集在同一群(GROUP)中，而對各個群規定其機械通風量值，因此對於某些空間(如：臥室、辦公室)此種大樣分類造成了量值偏差。而我國機械通風量值與他國既有標準相較之下，各用途量值之出入頗大，值得進一步估量。

表 4-3-1 各國機械通風量值之比較（節錄部份使用空間）

	我國	美國 ICBO	美國 BOCA	日本	美國	歐洲	
法規依據	「建築技術規則」建築設備編第一百條、第一百零一條、第一百零二條。	UBC SEC.1205.C SEC.705.B	NMC SEC. M-1602.2	建築基準法 施行令 第二十二條 之二	ASHRAE 62R (DRAFT, 1996) Section 6	CEN prENV 1752 (DRAFT, 1996) Clause 5	
臥室、起居室、 私人辦公室等容 納人數不多者	8	3.6	1.7	2	4	待查	
非營業用廚房	35	30	30	3.5	32	待查	
住宅內浴室或廁 所	20	30	22	5.3	24		
辦公室、會客 室、	10	0.9	2	2	2.3	最嚴謹	一般性
						6.12	4
會議室、候診室 候車室等容納人 數多者	15	4.3	30	10	6	21.6	10
展覽陳列室、理 容美髮院	12	3.4	24	8	8	待查	
百貨公司、舞 蹈、棋室、球戲 等康樂活動室	15	3.4	17	8	9	18	10
營業用餐廳、酒 吧、咖啡館	25	8.5	60	20	13	28.8	17.3
戲院、集會堂等 之觀眾席	75	12.7	85	30	14.8	57.6	24.5
營業用廚房	60	待查	10.2	4	13.3	待查	
汽車庫	25	27	27	20	27	待查	

單位：m³ / hr / m²

2.問題點之彙整

如同上述「通風量」之定義問題外，如同自然通風時，開口部位置與室內流分佈之關係一般。在機械通風時，出、回風之相關位置亦決定室內通風流場結構與通風效率，因此在規則或規範中應考量此一流場特性，並應考慮給予設計建議規範。

四、有關使用階段之維護管理條文

1.法規條文上之比較探討

表 4-4-1 各國室內空氣品質設計、使用管理法令

	我國	美國 BOCA	日本	美國 ASHRAE
空調系統在設計階段之室內空氣品質管理項目	依據建築法第七十七條訂定 (目前尚缺)	微粒量 CO 濃度 CO ₂ 濃度 光化合物 碳水化合物 NO ₂ 濃度 臭氣	浮游粉塵量 CO 濃度 CO ₂ 濃度 溫度 濕度 氣流	列舉多國衛生組織訂定之污染務度標準以作為建議範例，並以定性描述系統之維護、管理原則
空調系統在使用階段之室內空氣品質管理項目		浮游粉塵 毒氣 其他有害因子(僅定性描述)	浮游粉塵量 CO 濃度 CO ₂ 濃度 溫度 濕度 氣流	
管理法規來源		N.B.C ARTICLE 30	建物衛生管理法	ASHRAE 62R DRAFT, 1996 Section 8, APP. C、D

2.問題點之彙整

由表 4-4-1 各國室內空氣品質使用管理法令之比較可知，國內尚無此等法規可供使用者、管理者依循。

完善的室內空氣品質管理法令體系中，應包含有「設計審照階段」時，空調設備系統與室內空氣品質等之設計管理；以及「使用階段」之定期管理，以此來確保建築之「公共安全」與「公共衛生」。

為了落實室內空氣品質之管理與執行，有必要訂定下列各項內容：

- 管理基準
- 管理項目
- 管理單位
- 測定方式

五、ASHRAE Standard 62 之增修訂演進

	ASHRAE 62-1989	ASHRAE 62R, DRAFT 1996
機械通風量值	僅考慮「人」所產生之污染	將「人」與「建材」所產生之污染同時列入考量
回風之再利用		建議在使用人數密集的場所，可將回風經過濾再處理後使用，以降低外氣之引用量
永續經營	主要為「設計」規範	除了「設計」規範，更引入「使用與維護管理」規範
建築體之生命週期		規範「系統過濾效率之底線值」，以降低建築物老化後影響室內空氣品質之程度
空間通風效率		加強其影響室內空氣品質之概念

肆、一般居室空間自然通風之研究

一、以臥室空間為例之污染源擴散模擬

本章以一般臥室空間為例，探討僅開啟一扇朝向室外的窗戶時，室內空氣污染源之擴散行為。箇中自然對流的驅動力為人體發熱量（1met.），空氣污染物為人體呼吸排出之二氧化碳 CO_2 ，此污染物藉由本身之濃度梯度擴散亦隨著自然對流經由窗戶進行擴散。由於我國「建築技術規則」建築設計施工編第四十三條規定：一般居室之窗戶或開口部之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五。因此在窗戶尺寸的選定上既以臥室樓地板面積的百分之五為準則，觀察其位於不同方位時，室內流場、濃度場之分佈。

本研究是以數值模擬軟體 PHOENICS 為解析工具，其本體架構為 Patankar（1980）所提出的 SIMPLE algorithm，數值方法係在錯排網格（staggered grid）系統上將統御方程式以控制體積積分法（control volume integration approach）差分展開，其中對流項、空間微分項採用「混合法則」（hybrid scheme）。格點系統採用「非均勻格點」，本研究採用 $23 \times 20 \times 40$ （25）格點系統。

二、居室人員密度與最小開口部面積之關係

由前述可知：僅考慮通風面積而不將室內人員密度一併列入考量時，在室內人員密度較高的空間中，室內空氣品質將嚴重產生問題。因此本小節利用「污染物質平衡模型」的概念，估算在符合法定通風面積的條件下，不同室內空氣混合效率其室內空氣品質與居室人員密度之關係，結果如下圖 5-2-1 所示。

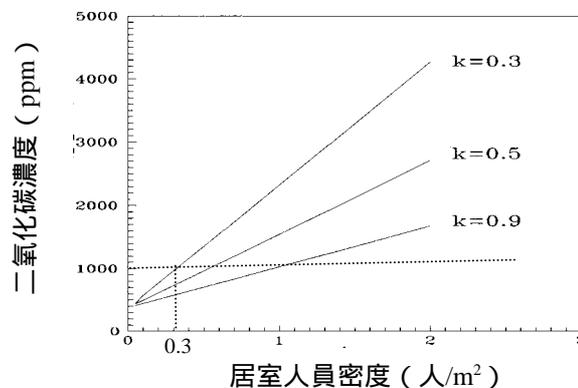


圖 5-2-1 不同室內空氣混合效率其室內空氣品質與居室人員密度之關係
（本研究整理）

若以空氣混合效率 $k=0.3$ （一般自然通風之空氣混合效率）之個案觀察，可知在人員密度大於 0.3 時（即每人約佔 3 m^2 ），室內二氧化碳平均濃度即累積至 1000 ppm 之上，因此本研究建議在室內人員密度大於 0.3 的用途空間中，最小的通風面積應修訂為：

$$\text{通風面積} = (\text{現有的法規規定之最小面積}) \times (\text{安全係數})$$

利用一修正因子，安全係數 SF ，來將現有的法規規定之最小面積作彈性調整，俾使在高人員密度之室內其空氣品質能得以維持一定水準。安全係數 SF 的量值如表 5-2-1 及圖 5-2-2 所示。

表 5-2-1 室內人員密度與相對之安全係數（簡表）

人員密度 (人/ m^2)	0.3	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
安全係數	1	1.6	3	4.7	6.3	7.8	9.4	11	12.5

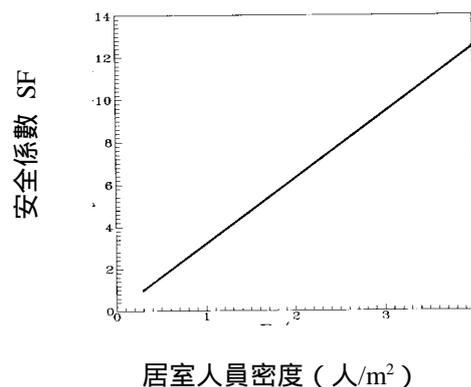


圖 5-2-2 居室人員密度與相對之安全係數關係圖（本研究整理）

三、專家諮詢結果

本研究自現有國宅典型的 58 個開口部方位中（『國民住宅建築計畫準則研究』，內政部建築研究所籌備處，民國 81 年），依單窗對單門的方式歸納整理出 17 種不同的開口部方位形式，可略分為「邊窗」與「置中窗」兩大類，而其分別有 11 及 6 種開門的方式。如圖 5-3-1 (a) (b) 所示。並將此問題就教於相關領域之學者專家，冀望由其專業研究與實務經驗，就各個不同的開口部方位形式，指導其對室內氣流分佈應屬於良好、尚可亦或不良。並將結果整理歸納為可供建築設計者參考之設計建議，希望在設計階段如有彈性空間之存在時，能將開口部方位一併列入考量，使室內得以維持良好之通風路徑。

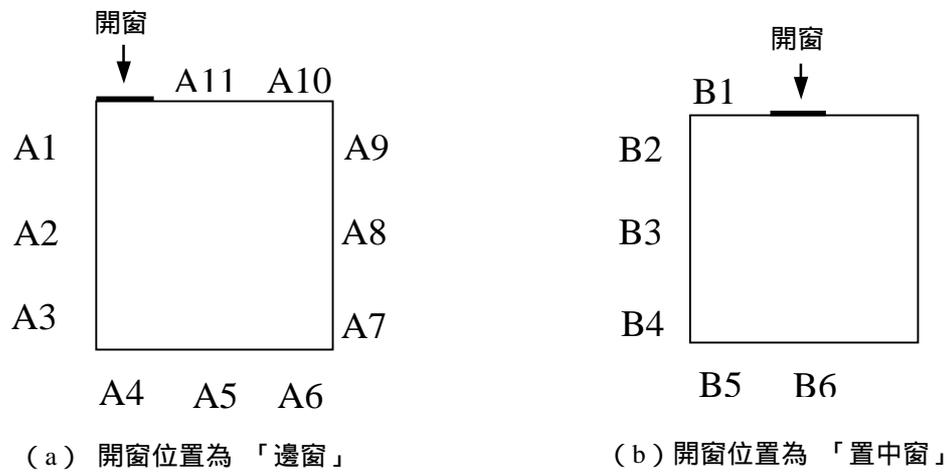


圖 5-3-1 不同開口部方位示意圖

(A1~A11, B1~B6 為門之位置)

截至目前為止，研究單位就「居室開口部方位對室內氣流分佈之影響」此主題向 19 位學者專家進行諮詢，其中產業界佔 10 位、學術單位 6 位、研究單位 3 位。其結果統計如下：開窗位置為「邊窗」時，以 A4、A5、A6、A7 為學者專家認可之「較佳」開口部方位者（贊同率分別為 75 %、62.5 %、87.5 %、62.5 %）；開窗位置為「置中窗」時，則為 B4、B5、B6（贊同率分別為 75 %、87.5 %、75 %）。一般而言以可造成通風路徑穿越空間最遠距離之開口部方位者能提供較佳之通風效率，但此概念僅限於外環境之進風有足夠之風壓，當開窗之牆面其與對面之臨棟間距過小而造成進風之風壓不足時，則需考量通風路徑稍短者或許能提供較佳之通風效率，如 A4 與 B6。

伍、各種用途空間機械通風量值之估算

一、污染物質平衡模型原理

若干方法可用來預估或實測出室內空氣污染物濃度，諸如計算流體力學之模擬、現場實測及實驗印證等。但由於用途空間之種類繁多且室內空間佈局並無均一性，因此上述研究方法皆有其實行與時效上之困難點，因此在估算「稀釋」室內污染源所需外氣量的方法論上，本研究採用污染物質平衡模型。

二、以臥室空間等為例之試算結果

$$\text{所需之外氣量： } Q_0 = \frac{S n (DF)(\text{met})}{K(C_i - C_o)} \quad \text{式(6-2)}$$

本研究分別以本土化資料及空氣環境現況，對臥室等空間進行試算，計算時所引用之根據與計算細目、結果整理於表 6-2 中。

表 6-2-1 稀釋人體活動及生活行為產生之污染所需之外氣量值試算

用途空間	臥室	廚房	一般辦公空間	會議室
污染源強度 S 【m ³ / sec】	5.83x10 ⁻⁶ 【CO2】	1.17x10 ⁻⁴ 【CO2】	5.83x10 ⁻⁶ 【CO2】	5.83x10 ⁻⁶ 【CO2】
人員居室密度 n 【人/100m ² 】	10 【國宅資料】	17.6 【國宅資料】	10 【建築計畫】	50 【建築計畫】
人員活動程度 met	1	1.5	1.2	1
流動百分率 DF	1	0.75	1	1
通風混合率 K	0.9			
室內空氣品質規範 C _i	1000 ppm 【CO2】			
室外空氣現況 C _o	380 ppm 【CO2】			
所需最小外氣量 【m ³ / hr / m ² 】	3.76	22.75	4.5	17

三、機械通風量值訂定之原由及流程

建築物之幾何空間皆有其相異之特性，箇中不同用途空間其使用頻率、人員活動程度與密度亦呈現著多樣狀況。定量出各種用途空間其所需引入之外氣量，以稀釋室內空氣污染源是相當不易的事。鑑於此，本研究單位與內政部建築研究所等特於去年（民國八十五年）十二月初邀請國際著名學者 P Ole. Fanger 來台進行學術訪問（見附錄）。Fanger 博士專注於熱舒適科學、室內空氣品質 IAQ 及建築體內的能源利用等研究已逾二十五載、與其研究群建立了許多熱環境的預測、評估模式，如：熱舒適度、風擊 (draught risk)、非平衡性熱輻射 (radiant asymmetric)、室內空氣品質 IAQ、換氣需求等，皆已成為許多國家界定法規時參考之依據。Fanger 博士本身亦為歐洲通風標準規範草案 (prENV 1752) 及美國冷凍空調協會新增訂有關通風規範 (ASHRAE 62R draft 1996) 之審議委員。藉著 Fanger 教授訪談及演講的過程中，瞭解歐美在於增修訂各用途空間所需之外氣量時，其考量之因素與研究之方法。Fanger 教授提及，在新修訂歐洲通風標準規範草案中 (prENV 1752)，將稀釋室內空氣污染源所需的外氣量區分為兩大部份：

(一) 稀釋人體活動及生活行為 (如廁、烹煮、、、、) 所產生之空氣污染源。

其指標污染物是以二氧化碳 (CO₂) 為主，而目前歐、美、日等國是訂定 1000 ppm 為其室內污染容許標準，以作為室內通風設計與管理之評估標準。(Taylor, 1996)

(二) 稀釋因建築物構材 (建材、裝潢物) 逸散之空氣污染物。

以揮發性有機物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 之逸散量值為檢測指標。

而美國冷凍空調協會於 1991 年至 1996 年間進行長達五年的有關通風規範 (ASHRAE 62R draft 1996) 新增訂，修訂後對於機械通風量值之修訂方法與理念皆與上述歐洲規範 prENV 1752 相同。過程中，藉由專家諮詢會議 (technical committee) 的召開，讓參與之學者、空調設計專家等提供多方面學理研究與實務經驗，針對各種不同用途空間其所需之最小外氣量做最終之審定 (Taylor, 1996)。

本研究對於機械通風所需引入之外氣量值的研究流程如圖 6-4-1 所示。針對國內本土化資料 (污染源強度、人體活動程度及密度、、、) 及利用污染物質平衡模型進行初步估算。

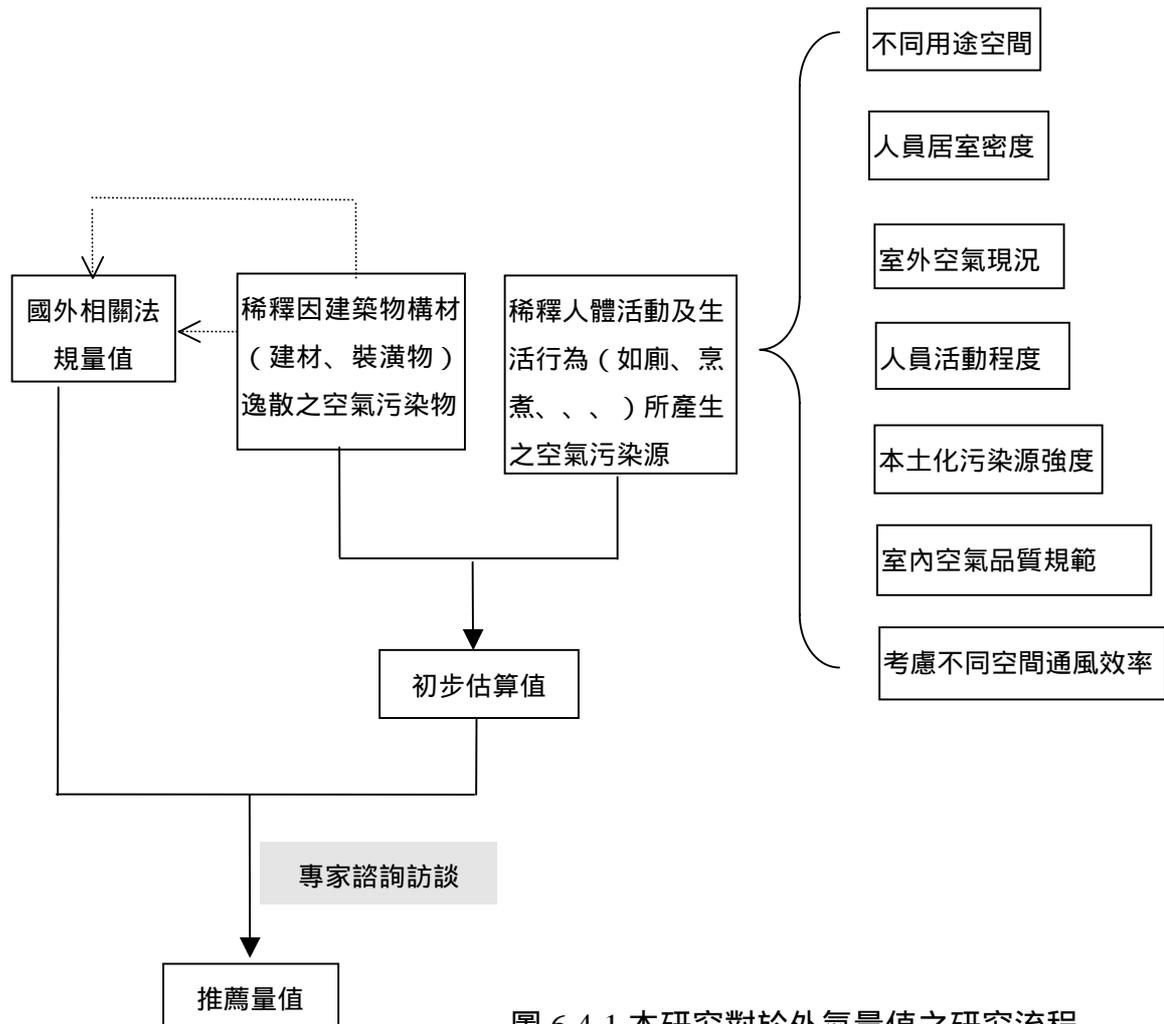


圖 6-4-1 本研究對於外氣量值之研究流程

以臥室等空間為例之外氣量試算過程詳見第二小節，各用途空間之試算結果則依相同方式估算。至於稀釋因建築物構材逸散之污染物所需的外氣量，由於本土化建材其所逸散 VOCs 量值之資料庫 (Data-base) 尚在構築中，因此本研究暫行採用 ASHRAE 提供之量值 (ASHRAE 62R draft 1996)，待國內建築物構材污染物逸散強度之資料庫建立後，建議再行下一階段之法規修訂。

在上述兩大通風類別所需最低外氣量值估算完畢後，將其疊加而得最終之估算值，其結果並與國外相關法規之量值作一比較。再於今年四月間與多方專家諮詢訪談，收集多方面之建議並進行量值之再評估，以期得到高可信度之數據。

四、專家諮詢結果

由前述小節之機械通風量值比較表可看出：本研究建議外氣量與外國既有量值之間，或者不同國家彼此之間的比較上其量值皆有稍許之差異。其原因也許是氣候環境、能源之取得、生活型態或工程品質等之背景因素所造成，使得本研究面臨量值決策上的困難：較大的外氣量對室內人員之健康權益有較高的保護程度，但卻嚴重損耗能源（台灣處於亞熱帶氣候區，外氣量值為空調之極大負荷，況且本身能源不足，對整體經濟而言影響層面極廣），伴隨的尚有佔空間、高噪音等問題；反之低外氣量之選擇雖可以緩和上述缺失之影響，但也面臨是否足以維持適當的室內空氣品質之疑問。因此本研究希望藉由學者專家之理論研究與實務考量，針對每一用途空間其所需之最低外氣量值逐項檢討，來提供研究單位之公正判斷依據，期能在「健康」與「能源」之間取得一平衡點。

截至目前為止，研究單位就「機械通風量值之適切性」此主題向學者專家進行諮詢的結果顯示，在思考各種不同用途空間其所需最低外氣量值的過程中，其判斷之背景因素可歸納於表 6-5-1 中。

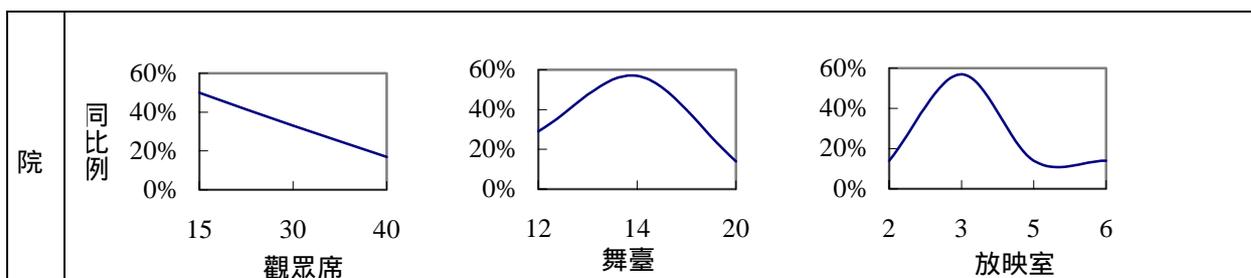
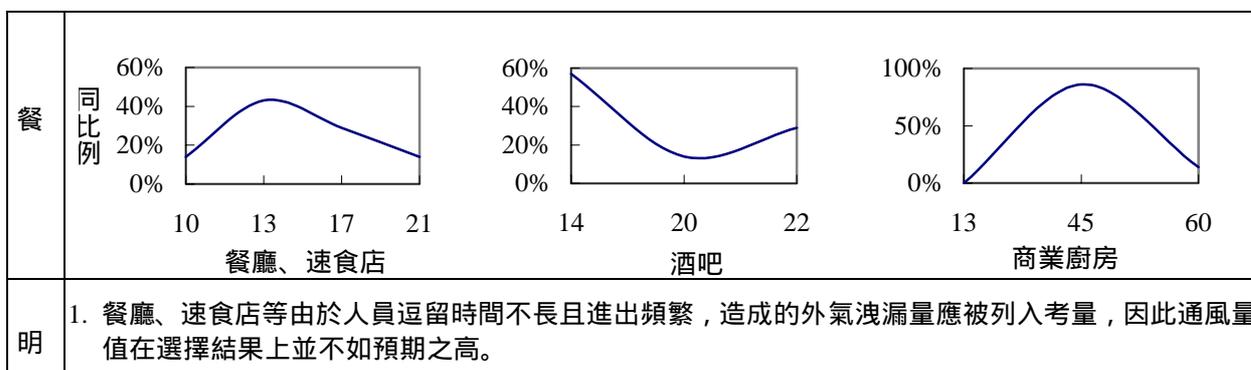
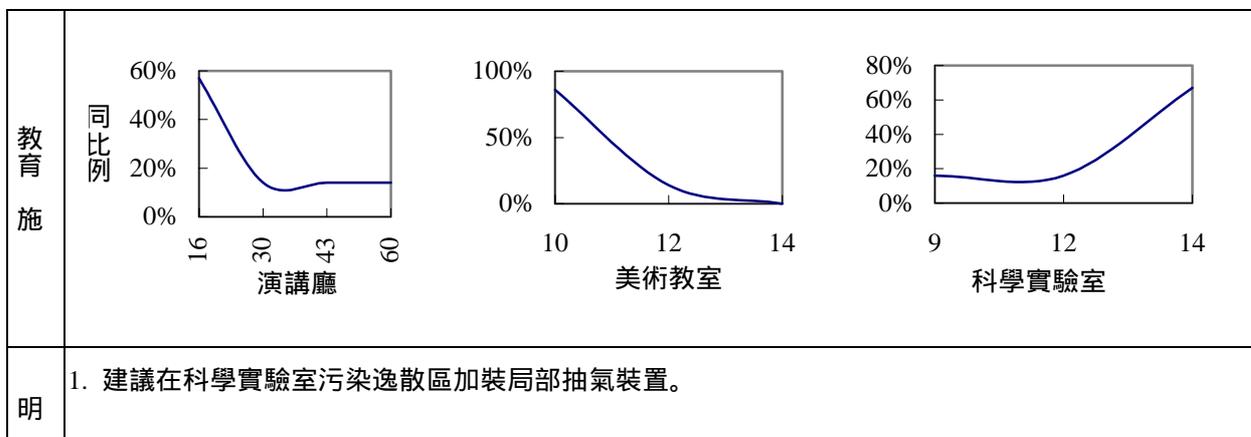
表 6-5-1 判斷不同用途空間其所需最低外氣量值之背景因素

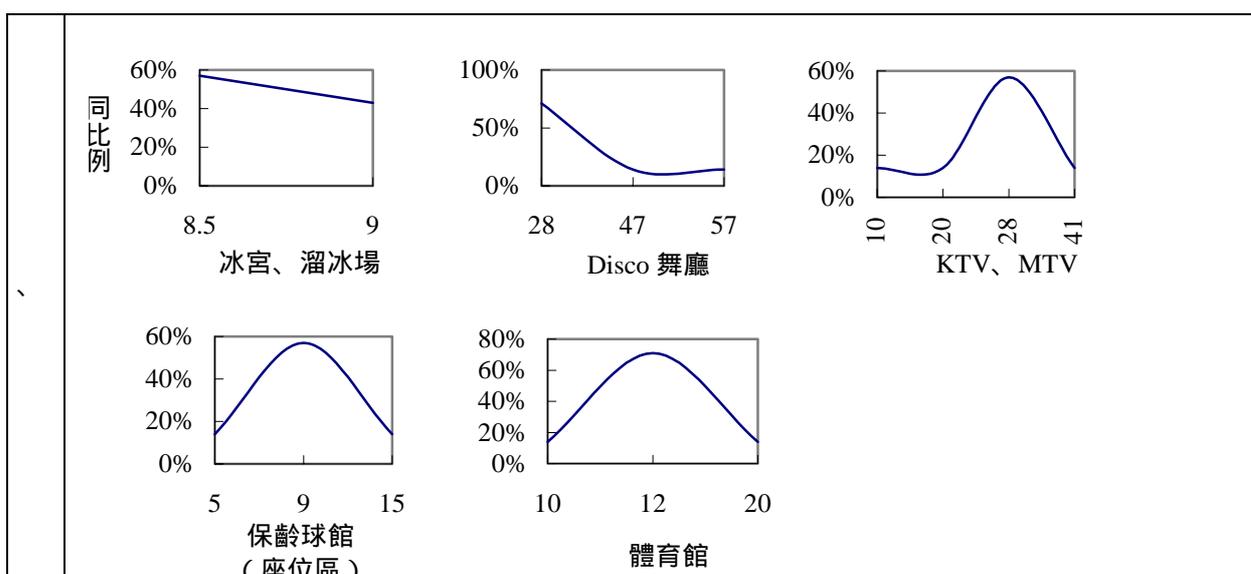
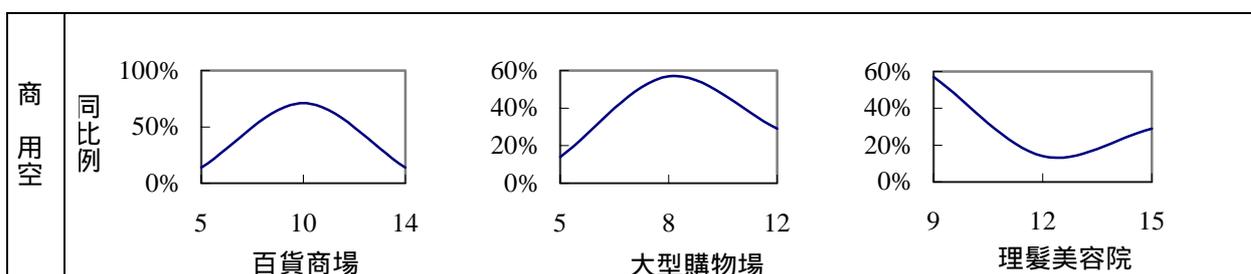
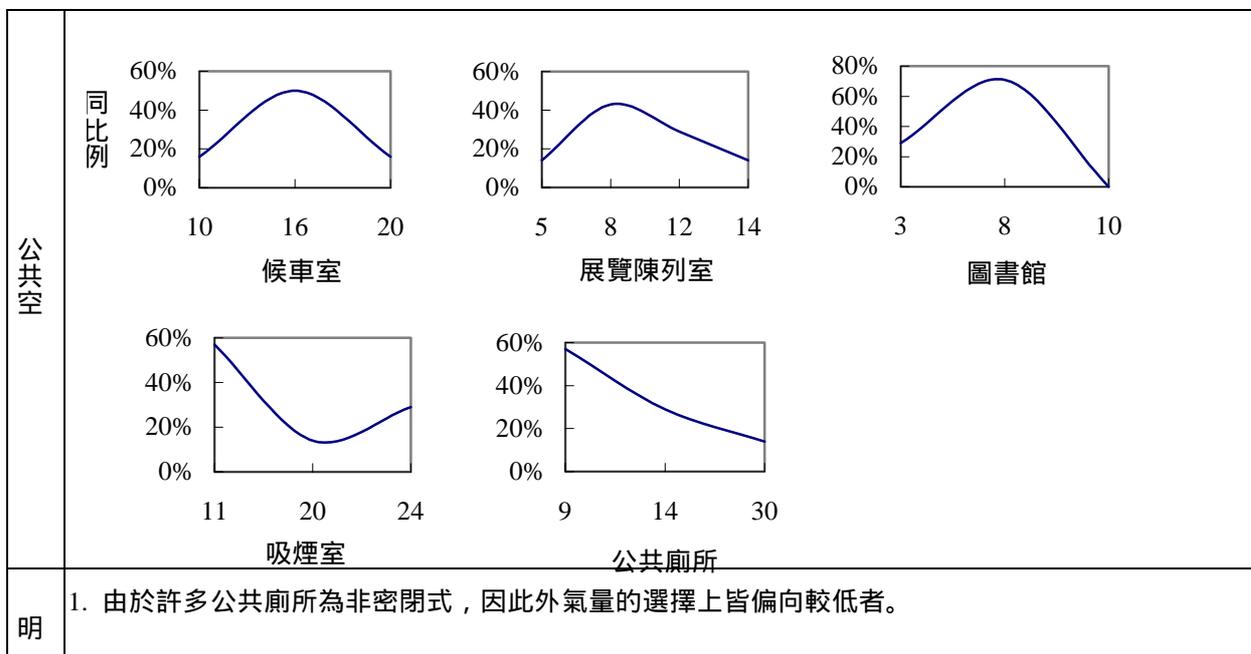
	考量因素
高外量	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 稀釋污染物之能力較佳，對「健康」的室內居住品質較有保障 ✗ 高空調冷房負荷、高耗能，對地球之能源危機與夏季台灣電力能源之高負荷影響極巨 ✗ 噪音量值較高，破壞生活品質。若使用隔音措施，卻又增加成本 ✗ 設備成本高，影響建築投資成本 ✗ 設備較佔空間，對寸土寸金的台灣而言影響極大
低外量	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 不足以維持適當的室內空氣品質，對「病大樓症候群」層出不窮的公共場合居室生活品質無以改善 ✗ 已考量建築體「氣密性」不佳之工程瑕疵，部份外氣可由氣密性不佳之開口部洩漏進入室內 ✗ 較節省能源 ✗ 改善噪音之影響 ✗ 減少設備成本及其所佔空間

茲將本研究向諸位學者專家諮詢結果與其在判斷不同用途空間所需最低通風量時，考量之要素說明列於表 6-5-2 中。

表 6-5-2 學者專家之諮詢結果統計圖
 (圖中 x 軸橫向座標值代表最低外氣量【CMH/M²】)

住宅	<p>同比例</p> <p>臥室、起居室</p> <p>廚房</p> <p>浴室、廁所</p>
明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般住宅由於屬於個人私密空間，法規上明列之通風量值應屬較無強制性之建議量值。 2. 由於國人烹飪之習性，屬於高濃度油煙環境之廚房比比皆是，因此反映在問卷上之量值皆落在高通風量值區域。 3. 浴廁若為封閉式者（無直接開窗），建議設置強制排風設備。
公建	<p>同比例</p> <p>一般辦公空間</p> <p>會議室</p> <p>影印室</p> <p>接待室</p>
明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於台灣地區患有「病大樓症候群」之辦公大樓有漸增之趨勢，在建築物管理方面應儘早著手室內空氣品質之管理。 2. 過去許多的辦公大樓其空調系統為冰水盤管單元機 FCU (Fan Coil)，由許多實際使用案例及學者研究報告得知（江哲銘，1993），此類系統由於並無使用外氣稀釋室內空氣污染源，導致室內空氣品質惡化，影響人員健康甚巨。建議若是使用無外氣 FCU 空調系統而導致室內空氣品質不佳者，可加裝外氣引入管及預冷箱，引進適當之新鮮外氣。 3. 現今的辦公建築多數為空調環境，雖然台灣現況中室內工作人員密度相當高，但考量長時間辦公空調所消耗之能源時，外氣的引入量既被降低。也因此辦公空間及會議室的通風量值選擇中，大部份的學者專家圈選了較低外氣量值。同裡亦反映在下列演講廳等案例中。





其他 (一)	<p>同比例</p> <p>印刷、打包工場</p> <p>汽車庫</p> <p>工友室、警衛室 收發室、詢問室</p> <p>茶水間</p>
明	<p>1. 汽車庫會因上下班時段車輛的發動而使污染值大增，但平時則無甚污染，因此建議加裝污染源感應器 (sensor)，待室內污染值超過設定之室內空氣標準時，方啟動換氣裝置</p>

其他 (二)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>空間類別</th> <th>原法規量值 【CMH/M²】</th> <th>學者專家之建議</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>發電室、配電室</td> <td>10</td> <td>維持原量值者佔 100 %</td> </tr> <tr> <td>蓄電池間</td> <td>35</td> <td>維持原量值者佔 100 %</td> </tr> <tr> <td>地下建築物</td> <td>30</td> <td>維持原量值者佔 100 %</td> </tr> </tbody> </table>	空間類別	原法規量值 【CMH/M ² 】	學者專家之建議	發電室、配電室	10	維持原量值者佔 100 %	蓄電池間	35	維持原量值者佔 100 %	地下建築物	30	維持原量值者佔 100 %
空間類別	原法規量值 【CMH/M ² 】	學者專家之建議											
發電室、配電室	10	維持原量值者佔 100 %											
蓄電池間	35	維持原量值者佔 100 %											
地下建築物	30	維持原量值者佔 100 %											
明	<p>1. 發電室、配電室與蓄電池間因為是固定污染逸散率者 (constant emission rate)，故建議可用計時器 (timer) 控制進行定時換氣。</p>												

陸、建築技術規則有關通風條文增修訂 之建議

建築技術規則有關通風條文增修訂之建議（一）

現有條文	修訂條文	說明
<p>設計施工編第四十三條： （通風）居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並依下列規定：</p> <p>一、一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。</p> <p>二、廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。</p> <p>三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。</p>	<p>設計施工編第四十三條： （通風）居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並依下列規定：</p> <p>一、一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。</p> <p>二、廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。</p> <p>三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。</p> <p>四、建築物有效通風面積除了需符合上述第一至第三款之規定外，其窗戶或開口位置應達成室內良好通風路徑之功效，同時亦應將室內人員密度列入考量。前述之要項得參考規範所列舉之設計建議。</p> <p>五、建築物採用機械通風設備者，該設備應符合建築設備編第一百零二條之通風量與室內空氣品質設計基準之規定。</p>	<p>一、經由本研究以臥室為例之數值模擬結果可印證本條文第一款之既有規定應屬合理的。</p> <p>二、在一般居室中，有效通風面積應隨實際居室人員密度作彈性調整，此可參考規範之內容。</p> <p>三、由於建築物窗戶或開口之方位及其相對位置會影響室內自然通風路徑與通風效率，因此建築物於設計階段除了需考慮窗戶或開口是否已滿足規定之最小有效通風面積外，其方位及相對位置亦需能列入設計考量，以達到良好之通風路徑與通風效率。增訂之條文中已將此精神納入，且於規範中提出設計建議。</p> <p>四、新增室內空氣品質設計基準及其適用性規定。</p> <p>五、由於行政院環境保護署將研訂「室內空氣品質標準」，作為改善室內空氣品質的依據，因此建議中央主管建築機關計畫協調環保署，將「室內空氣品質標準」納入建築物通風設計及管理準則，讓未來新設的建築物室內空氣品質都能達到基本要求，以確保居室人員的健康。</p>

建築技術規則有關通風條文增修訂之建議（二）

現有條文	修訂條文	說明																																																																																					
<p>建築設備編第一百條： （通則）本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。</p> <p>建築設備編第一百零一條： （通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統： 一、機械送風及機械排風 二、機械送風及自然排風 三、自然送風及機械排風</p>	<p>建築設備編第一百條： （通則）本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。</p> <p>建築設備編第一百零一條： （通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統： 一、機械送風及機械排風 二、機械送風及自然排風 三、自然送風及機械排風</p>																																																																																						
<p>建築設備編第一百零二條： （通風量）建築物供各種用途使用之空間、設置機械通風設備時，通風量不得小於下表規定：</p> <table border="1" data-bbox="225 1077 759 1966"> <thead> <tr> <th rowspan="2">房間用途</th> <th colspan="2">樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）</th> </tr> <tr> <th>前條第一款及第二款通風方式</th> <th>前條第三款通風方式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者</td> <td align="center">8</td> <td align="center">8</td> </tr> <tr> <td>辦公室、會客室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>工友室、警衛室、收發室、詢問室</td> <td align="center">12</td> <td align="center">12</td> </tr> <tr> <td>會議室、候車室、候診室等容納人數較多者</td> <td align="center">15</td> <td align="center">15</td> </tr> <tr> <td>展覽陳列室 理髮美容院</td> <td align="center">12</td> <td align="center">12</td> </tr> <tr> <td>百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場</td> <td align="center">15</td> <td align="center">15</td> </tr> <tr> <td>吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳</td> <td align="center">20</td> <td align="center">20</td> </tr> <tr> <td>營業用餐廳、酒吧、咖啡廳</td> <td align="center">25</td> <td align="center">25</td> </tr> <tr> <td>戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席</td> <td align="center">75</td> <td align="center">75</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">廚房</td> <td>營業用</td> <td align="center">60</td> </tr> <tr> <td>非營業用</td> <td align="center">35</td> </tr> </tbody> </table>	房間用途	樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）		前條第一款及第二款通風方式	前條第三款通風方式	臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者	8	8	辦公室、會客室	10	10	工友室、警衛室、收發室、詢問室	12	12	會議室、候車室、候診室等容納人數較多者	15	15	展覽陳列室 理髮美容院	12	12	百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場	15	15	吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳	20	20	營業用餐廳、酒吧、咖啡廳	25	25	戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席	75	75	廚房	營業用	60	非營業用	35	<p>建築設備編第一百零二條： （通風量）建築物供各種用途使用之空間、設置機械通風設備時，應依下列規定： 一、通風量不得小於下表規定：</p> <table border="1" data-bbox="794 1077 1329 1966"> <thead> <tr> <th colspan="2">空間分類</th> <th>居室人員密度 (人/100m²)</th> <th>樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">住宅</td> <td>臥室、起居室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td>廚房</td> <td align="center">17.6</td> <td align="center">32</td> </tr> <tr> <td>浴室、廁所</td> <td align="center">26.5</td> <td align="center">23</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">公建</td> <td>一般辦公空間</td> <td align="center">10</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td>會議室</td> <td align="center">50</td> <td align="center">6</td> </tr> <tr> <td>影印室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>接待室</td> <td align="center">30</td> <td align="center">6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">教育 施</td> <td>演講廳</td> <td align="center">150</td> <td align="center">16</td> </tr> <tr> <td>美術教室</td> <td align="center">20</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>科學實驗室</td> <td align="center">25</td> <td align="center">14</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">餐</td> <td>餐廳</td> <td rowspan="2">100</td> <td rowspan="2">13</td> </tr> <tr> <td>速食店</td> </tr> <tr> <td>酒吧</td> <td align="center">100</td> <td align="center">14</td> </tr> <tr> <td>商業廚房</td> <td align="center">20</td> <td align="center">45</td> </tr> </tbody> </table>	空間分類		居室人員密度 (人/100m ²)	樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)	住宅	臥室、起居室	10	4	廚房	17.6	32	浴室、廁所	26.5	23	公建	一般辦公空間	10	4	會議室	50	6	影印室	10	10	接待室	30	6	教育 施	演講廳	150	16	美術教室	20	10	科學實驗室	25	14	餐	餐廳	100	13	速食店	酒吧	100	14	商業廚房	20	45	<p>1.「通風量」解釋為「新鮮外氣引入量」，如此可同時應用於無、有空調之環境的通風</p> <p>2.將法規既有之房間用途重新展開、分類，並增列符合現代化生活需求之使用空間。</p> <p>3.增列室內人員密度指標。當進行機械通風量值之估算時，可將實際使用人員密度與表列之人員密度作一比較，而將設計通風量與規定之通風量做比例式增減。</p>
房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）																																																																																					
	前條第一款及第二款通風方式	前條第三款通風方式																																																																																					
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者	8	8																																																																																					
辦公室、會客室	10	10																																																																																					
工友室、警衛室、收發室、詢問室	12	12																																																																																					
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者	15	15																																																																																					
展覽陳列室 理髮美容院	12	12																																																																																					
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場	15	15																																																																																					
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳	20	20																																																																																					
營業用餐廳、酒吧、咖啡廳	25	25																																																																																					
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席	75	75																																																																																					
廚房	營業用	60																																																																																					
	非營業用	35																																																																																					
空間分類		居室人員密度 (人/100m ²)	樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)																																																																																				
住宅	臥室、起居室	10	4																																																																																				
	廚房	17.6	32																																																																																				
	浴室、廁所	26.5	23																																																																																				
公建	一般辦公空間	10	4																																																																																				
	會議室	50	6																																																																																				
	影印室	10	10																																																																																				
	接待室	30	6																																																																																				
教育 施	演講廳	150	16																																																																																				
	美術教室	20	10																																																																																				
	科學實驗室	25	14																																																																																				
餐	餐廳	100	13																																																																																				
	速食店																																																																																						
	酒吧	100	14																																																																																				
商業廚房	20	45																																																																																					

配膳室	營業用	25	25
	非營業用	15	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於 15 平方公尺之發電或配電室			10
茶水間			15
住宅內浴室或廁所、照相暗房、電影放映室			20
公共浴室或廁所、可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場			30
蓄電池間			35
汽車庫			25

院	觀眾席	150	15
	舞臺	70	14
	放映室	10	3
公共空	候車室	100	16
	展覽陳列室	40	8
	圖書館	10	8
	吸煙室	10	11
商用空	公共廁所		9
	百貨公司	100	10
	大型購物場	50	8
、	理髮美容院	25	9
	冰宮	溜冰場	8.5
	DISCO 舞廳	100	28
	KTV、MTV	100	28
	保齡球館 (座位區)	40	9
其他	體育館	30	12
	印刷、打包工場	10	10
	汽車庫		25
	工友室、警衛室、收發室、詢問室	12.5	3
	發電室		10
	蓄電池間		35
	地下建築物		30
茶水間		15	

4. 建議中央主管建築機關協調相關技師團體，收集整理空調設計實務案例，分析表列量值之優劣點，於每三年做一次條文之增修訂，以符合實際需求。

5. 經內政部及中央主管機關認可之高效率通風口設備及通風方式得酌量降低機械通風量

6. 建議中央主管建築機關計畫協調環保署，將其訂定之「室內空氣品質標準」納入建築物通風設計及管理準則。

二、室內空氣品質設計值不得超過中央主管機關規定之基準。前項室內空氣品質標準，由中央主管機關會商有關機關公告之。

陸、建築技術規則有關通風條文增修訂 之建議

建築技術規則有關通風條文增修訂之建議（一）

現有條文	修訂條文	說明
<p>設計施工編第四十三條： （通風）居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並依下列規定：</p> <p>一、一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。</p> <p>二、廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。</p> <p>三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。</p>	<p>設計施工編第四十三條： （通風）居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並依下列規定：</p> <p>一、一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。</p> <p>二、廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。</p> <p>三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。</p> <p>四、建築物有效通風面積除了需符合上述第一至第三款之規定外，其窗戶或開口位置應達成室內良好通風路徑之功效，同時亦應將室內人員密度列入考量。前述之要項得參考規範所列舉之設計建議。</p> <p>五、建築物採用機械通風設備者，該設備應符合建築設備編第一百零二條之通風量與室內空氣品質設計基準之規定。</p>	<p>一、經由本研究以臥室為例之數值模擬結果可印證本條文第一款之既有規定應屬合理的。</p> <p>二、在一般居室中，有效通風面積應隨實際居室人員密度作彈性調整，此可參考規範之內容。</p> <p>三、由於建築物窗戶或開口之方位及其相對位置會影響室內自然通風路徑與通風效率，因此建築物於設計階段除了需考慮窗戶或開口是否已滿足規定之最小有效通風面積外，其方位及相對位置亦需能列入設計考量，以達到良好之通風路徑與通風效率。增訂之條文中已將此精神納入，且於規範中提出設計建議。</p> <p>四、新增室內空氣品質設計基準及其適用性規定。</p> <p>五、由於行政院環境保護署將研訂「室內空氣品質標準」，作為改善室內空氣品質的依據，因此建議中央主管建築機關計畫協調環保署，將「室內空氣品質標準」納入建築物通風設計及管理準則，讓未來新設的建築物室內空氣品質都能達到基本要求，以確保居室人員的健康。</p>

建築技術規則有關通風條文增修訂之建議（二）

現有條文	修訂條文	說明																																																																																						
<p>建築設備編第一百條： （通則）本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。</p> <p>建築設備編第一百零一條： （通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統： 一、機械送風及機械排風 二、機械送風及自然排風 三、自然送風及機械排風</p>	<p>建築設備編第一百條： （通則）本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。</p> <p>建築設備編第一百零一條： （通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統： 一、機械送風及機械排風 二、機械送風及自然排風 三、自然送風及機械排風</p>																																																																																							
<p>建築設備編第一百零二條： （通風量）建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於下表規定：</p> <table border="1" data-bbox="225 1077 761 1966"> <thead> <tr> <th rowspan="2">房間用途</th> <th colspan="2">樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）</th> </tr> <tr> <th>前條第一款及第二款通風方式</th> <th>前條第三款通風方式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者</td> <td align="center">8</td> <td align="center">8</td> </tr> <tr> <td>辦公室、會客室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>工友室、警衛室、收發室、詢問室</td> <td align="center">12</td> <td align="center">12</td> </tr> <tr> <td>會議室、候車室、候診室等容納人數較多者</td> <td align="center">15</td> <td align="center">15</td> </tr> <tr> <td>展覽陳列室 理髮美容院</td> <td align="center">12</td> <td align="center">12</td> </tr> <tr> <td>百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場</td> <td align="center">15</td> <td align="center">15</td> </tr> <tr> <td>吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳</td> <td align="center">20</td> <td align="center">20</td> </tr> <tr> <td>營業用餐廳、酒吧、咖啡廳</td> <td align="center">25</td> <td align="center">25</td> </tr> <tr> <td>戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席</td> <td align="center">75</td> <td align="center">75</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">廚房</td> <td>營業用</td> <td align="center">60</td> </tr> <tr> <td>非營業用</td> <td align="center">35</td> </tr> </tbody> </table>	房間用途	樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）		前條第一款及第二款通風方式	前條第三款通風方式	臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者	8	8	辦公室、會客室	10	10	工友室、警衛室、收發室、詢問室	12	12	會議室、候車室、候診室等容納人數較多者	15	15	展覽陳列室 理髮美容院	12	12	百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場	15	15	吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳	20	20	營業用餐廳、酒吧、咖啡廳	25	25	戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席	75	75	廚房	營業用	60	非營業用	35	<p>建築設備編第一百零二條： （通風量）建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，應依下列規定： 一、通風量不得小於下表規定：</p> <table border="1" data-bbox="794 1077 1331 1966"> <thead> <tr> <th colspan="2">空間分類</th> <th>居室人員密度 (人/100m²)</th> <th>樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">住宅</td> <td>臥室、起居室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td>廚房</td> <td align="center">17.6</td> <td align="center">32</td> </tr> <tr> <td>浴室、廁所</td> <td align="center">26.5</td> <td align="center">23</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">公建</td> <td>一般辦公空間</td> <td align="center">10</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td>會議室</td> <td align="center">50</td> <td align="center">6</td> </tr> <tr> <td>影印室</td> <td align="center">10</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>接待室</td> <td align="center">30</td> <td align="center">6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">教育 施</td> <td>演講廳</td> <td align="center">150</td> <td align="center">16</td> </tr> <tr> <td>美術教室</td> <td align="center">20</td> <td align="center">10</td> </tr> <tr> <td>科學實驗室</td> <td align="center">25</td> <td align="center">14</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">餐</td> <td>餐廳</td> <td rowspan="2">100</td> <td rowspan="2">13</td> </tr> <tr> <td>速食店</td> </tr> <tr> <td>酒吧</td> <td align="center">100</td> <td align="center">14</td> </tr> <tr> <td></td> <td>商業廚房</td> <td align="center">20</td> <td align="center">45</td> </tr> </tbody> </table>	空間分類		居室人員密度 (人/100m ²)	樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)	住宅	臥室、起居室	10	4	廚房	17.6	32	浴室、廁所	26.5	23	公建	一般辦公空間	10	4	會議室	50	6	影印室	10	10	接待室	30	6	教育 施	演講廳	150	16	美術教室	20	10	科學實驗室	25	14	餐	餐廳	100	13	速食店	酒吧	100	14		商業廚房	20	45	<p>1.「通風量」解釋為「新鮮外氣引入量」，如此可同時應用於無、有空調之環境的通風</p> <p>2.將法規既有之房間用途重新展開、分類，並增列符合現代化生活需求之使用空間。</p> <p>3.增列室內人員密度指標。當進行機械通風量值之估算時，可將實際使用人員密度與表列之人員密度作一比較，而將設計通風量與規定之通風量做比例式增減。</p>
房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量（立方公尺/小時）																																																																																						
	前條第一款及第二款通風方式	前條第三款通風方式																																																																																						
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者	8	8																																																																																						
辦公室、會客室	10	10																																																																																						
工友室、警衛室、收發室、詢問室	12	12																																																																																						
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者	15	15																																																																																						
展覽陳列室 理髮美容院	12	12																																																																																						
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場	15	15																																																																																						
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳	20	20																																																																																						
營業用餐廳、酒吧、咖啡廳	25	25																																																																																						
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席	75	75																																																																																						
廚房	營業用	60																																																																																						
	非營業用	35																																																																																						
空間分類		居室人員密度 (人/100m ²)	樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)																																																																																					
住宅	臥室、起居室	10	4																																																																																					
	廚房	17.6	32																																																																																					
	浴室、廁所	26.5	23																																																																																					
公建	一般辦公空間	10	4																																																																																					
	會議室	50	6																																																																																					
	影印室	10	10																																																																																					
	接待室	30	6																																																																																					
教育 施	演講廳	150	16																																																																																					
	美術教室	20	10																																																																																					
	科學實驗室	25	14																																																																																					
餐	餐廳	100	13																																																																																					
	速食店																																																																																							
	酒吧	100	14																																																																																					
	商業廚房	20	45																																																																																					

配膳室	營業用	25	25
	非營業用	15	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於 15 平方公尺之發電或配電室			10
茶水間			15
住宅內浴室或廁所、照相暗房、電影放映室			20
公共浴室或廁所、可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場			30
蓄電池間			35
汽車庫			25

院	觀眾席	150	15
	舞臺	70	14
	放映室	10	3
公共空	候車室	100	16
	展覽陳列室	40	8
	圖書館	10	8
	吸煙室	10	11
商用空	公共廁所		9
	百貨公司	100	10
	大型購物場	50	8
、	理髮美容院	25	9
	冰宮	溜冰場	8.5
	DISCO 舞廳	100	28
	KTV、MTV	100	28
	保齡球館 (座位區)	40	9
其他	體育館	30	12
	印刷、打包工場	10	10
	汽車庫		25
	工友室、警衛室、收發室、詢問室	12.5	3
	發電室		10
	蓄電池間		35
	地下建築物		30
茶水間		15	

4. 建議中央主管建築機關協調相關技師團體，收集整理空調設計實務案例，分析表列量值之優劣點，於每三年做一次條文之增修訂，以符合實際需求。

5. 經內政部及中央主管機關認可之高效率通風口設備及通風方式得酌量降低機械通風量

6. 建議中央主管建築機關計畫協調環保署，將其訂定之「室內空氣品質標準」納入建築物通風設計及管理準則。

二、室內空氣品質設計值不得超過中央主管機關規定之基準。前項室內空氣品質標準，由中央主管機關會商有關機關公告之。

柒、建築技術規則有關通風條文之增修訂

—— 規則與規範之擬議

一、用語解釋

📖 換氣

換氣係指將建築物室內之空氣污染物予以更新之作用。人在建築物內進行各種活動時，會增加室內之空氣污染物或使室內空氣溫濕度條件惡化。室外空氣通常較室內空氣清新，故換氣之目的便是將新鮮的外氣導入室內，將室內污染物予以稀釋或排除，維持室內良好之空氣環境。

📖 通風 (ventilation)

以空氣流通方式 (包括風力作用、熱浮力作用或機械力作用引起) 來達成換氣之目的。故通風是一種手法，其目的在達成室內的換氣作用以減低室內的溫濕度及改善室內空氣品質。但日常口語中，通風一詞通常指一機械力或風力引起的空氣流動現象。

📖 機械通風量

「機械通風量」解釋為「新鮮外氣引入量」，如此可同時應用於無、有空調之環境的通風。

二、規則條文之擬議

設計施工編第四十三條：

(通風) 居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並依下列規定：

- 一、一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。
- 二、廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。
- 三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用

爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。（保留）

說明：

經由本研究以臥室為例，利用數值方法模擬室內污染源擴散之結果，可印證本條文第一款之既有規定應屬合理的。

四、建築物有效通風面積除了需符合上述第一至第三款之規定外，其窗戶或開口位置應達成室內良好通風路徑之功效，同時亦應將室內人員密度列入考量。前述之要項得參考規範所列舉之設計建議。（新增）

說明：

1. 由於建築物窗戶或開口之方位及其相對位置會影響室內自然通風路徑與通風效率，因此建築物於設計階段除了需考慮窗戶或開口是否已滿足規定之最小有效通風面積外，其方位及相對位置亦需能列入設計考量，以達到良好之通風路徑與通風效率。增訂之條文中將此精神納入，且於規範中提出設計建議。
2. 在一般居室中，有效通風面積應隨實際居室人員密度作彈性調整，此可參考規範之內容。

五、建築物採用機械通風設備者，該設備應符合建築設備編第一百零二條之通風量與室內空氣品質設計基準之規定。（增修訂）

說明：

新增室內空氣品質設計基準及其適用性規定。

建築設備編第一百條：

（通則）本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。

建築設備編第一百零一條：

（通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統：

- 一、機械送風及機械排風。
- 二、機械送風及自然排風。
- 三、自然送風及機械排風。（保留）

建築設備編第一百零二條：（增修訂）

（通風量）建築物供各種用途使用之空間、設置機械通風設備時，應依下列規定：

一、通風量不得小於下表規定：

	空間分類	居室人員密度 (人/100m ²)	樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)
住宅	臥室、起居室	10	4
	廚房	17.6	32
	浴室、廁所	26.5	23
公建	一般辦公空間	10	4
	會議室	50	6
	影印室	10	10
	接待室	30	6
教育 施	演講廳	150	16
	美術教室	20	10
	科學實驗室	25	14
餐	餐廳	100	13
	速食店		14
	酒吧	100	14
	商業廚房	20	45
院	觀眾席	150	15
	舞臺	70	14
	放映室	10	3
	候車室	100	16
公共空	展覽陳列室	40	8
	圖書館	10	8
	吸煙室	10	11
商	公共廁所		9
	百貨公司	100	10
	大型購物場	50	8
	理髮美容院	25	9
、	冰宮		8.5
	溜冰場		28
	DISCO 舞廳	100	28
	KTV、MTV	100	28
	保齡球館 (座位區)	40	9
其他	體育館	30	12
	印刷、打包工場	10	10
	汽車庫		25
	工友室、警衛室、收發室、詢問室	12.5	3
	發電室		10
	蓄電池間		35

	地下建築物		30
	茶水間		15

說明：

1. 「機械通風量」解釋為「新鮮外氣引入量」，如此可同時應用於無、有空調之環境的通風
2. 將法規既有之房間用途重新展開、分類，並增列符合現代化生活需求之使用空間。
3. 增列室內人員密度指標。當進行機械通風量值之估算時，可將實際使用人員密度與表列之人員密度作一比較，而將設計通風量與規定之通風量做比例式增減。
4. 最低機械通風量值之標準，是根據本研究數值估算結果及學者專家諮詢訂定而來。
5. 經內政部及中央主管機關認可之高效率通風口設備及通風方式得酌量降低機械通風量。

二、室內空氣品質設計值不得超過中央主管機關規定之基準。前項室內空氣品質標準，由中央主管機關會商有關機關公告之。（新增）

說明：

1. 由於行政院環境保護署將研訂「室內空氣品質標準」，作為改善室內空氣品質的依據，因此建議中央主管建築機關計畫協調環保署，將「室內空氣品質標準」納入建築物通風設計及管理準則。
2. 在此列出經本研究整理先期研究與國外之基準值後，向學者專家諮詢之結果，以供參考。

項 目	表 示 單 位	基 準 值
二氧化碳 (CO ₂)	ppm	1000
一氧化碳 (CO)	ppm	10
浮游粉塵 (PM ₁₀)	mg / m ³	0.15

三、規範條文之擬議（新增）

為維護居室人員健康權益、提昇國人生活品質，在一般居室中有效通風面積除了需符合建築技術規則設計施工編第四十三條第一至第三款之規定外，考慮實際居室人員密度與開口部方位對室內通風之影響時，得參考下列規範：

說明：

規範之制訂是為了維護居室人員健康權益，進而提昇國人生活品質，採獎勵性質而非強制執行。

一、在室內人員密度大於 0.3 (人/m²) 的一般居室空間中，最小的通風面積應修訂為：

$$\text{通風面積} = (\text{現有法規規定之最小面積}) \times (\text{安全係數})$$

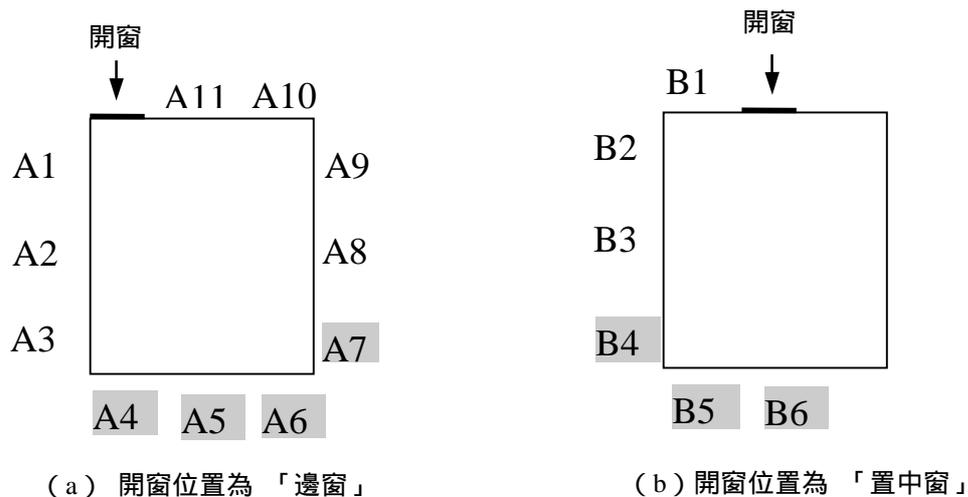
安全係數的量值得參考下表：

人員密度 (人/m ²)	0.3	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
安全係數	1	1.6	3	4.7	6.3	7.8	9.4	11	12.5

說明：

利用一修正因子（安全係數），來將現有法規規定之最小面積作彈性調整，俾使在高人員密度之室內其空氣品質能得以維持一定水準。

二、考量居室開口部方位對室內氣流分佈之影響時，若開窗位置為「邊窗」時，以 A4、A5、A6、A7 為較佳開口部方位者；開窗位置為「置中窗」時，則為 B4、B5、B6。一般而言以可造成通風路徑穿越空間最遠距離之開口部方位者能提供較佳之通風效率，參考圖例如下圖所示：



捌、結論與建議

一、結論

本研究自收集、整理、比較與分析國內外與通風相關之法規，歸納出應有之條文架構後，利用數值方法檢測現行法規之適用性及推演各種用途空間所需之最低外氣量值，歷經期初、期中以及學者專家諮詢過程，進而提出建築技術規則有關通風條文增修訂之條文擬議。綜合研究過程中面臨之問題點與學者專家之建議，可得到下列結論：

1.在有關自然通風條文方面：

(一) 由本研究以臥室為例，利用數值方法模擬室內污染源擴散之結果，可印證設計施工編第四十三條第一款之既有規定應屬合理的。

(二) 在一般居室中，有效通風面積應隨實際居室人員密度作彈性調整，本研究提出「安全係數」之概念，將室內人員密度大於0.3 (人/m²) 的一般居室所需的最小的通風面積應修訂為：

$$\text{通風面積} = (\text{現有法規規定之最小面積}) \times (\text{安全係數})$$

其中安全係數的量值可由圖表中直接查出。

(三) 由於建築物開口部之相對位置會影響室內自然通風路徑與通風效率，因此建築物於設計階段除了需考慮是否已滿足規定之最小有效通風面積外，其方位及相對位置亦需能列入設計考量，以達到良好之通風路徑與通風效率。本研究增訂之條文草案中已將此精神納入，且於規範擬議中提出設計建議

2.在有關機械通風量值方面：

(四) 將法規既有之房間用途重新展開、分類，並增列符合現代化生活需求之使用空間。

(五) 增列室內人員密度指標。當進行機械通風量值之估算時，可將實際使用人員密度與表列之人員密度作一比較，而將設計通風量與規定之通風量做比例式增減。

(六) 最低機械通風量值之標準，是根據本研究數值估算結果及學者專家諮詢訂定而來。在逐項評估各用途空間所需最低外氣量值時已將各種背景因素融入。

二、未來研究內容之建議

本研究在本年度進行了現行法規中有關通風條文之檢討、通風條文應有之架構的建立、自然通風條文及機械通風量值之研究以及建築技術規則有關通風條文增修訂之擬議。對整體建築物通風與室內空氣品質設計、管理體系而言仍有許多的細節值得多方研究。對後續研究之建議如下：

- 1.對於影響通風路徑與通風效率者，除了本文提及之開口部方位與相對位置外，尚有家具之擺設、開窗之高低位置以及外環境影響等因素，皆值得進一步探索。
- 2.針對不同使用性質之建築物，特別是公共建築或娛樂場所，如辦公室、學校、戲院、KTV、MTV 等特定行業，進行現場實測或改善後評估，並將資料回饋於委託單位以作為下一階段修法之依據。
- 3.儘快建立台灣現有建材之污染物逸散強度資料庫，並考量建立低污染建材認證制度。

玖、相關文獻

下世代住居空間物理環境之研究（第一期、第二期），江哲銘、林俊興等，財團法人祐生研究基金會，（1990,8）

彭定吉、江哲銘，“集合住宅室內空氣品質（CO₂、CO、粉塵）現場量測方法之探討”，成大建研所碩論，（1992,6）
內政部建築研究所籌備處專題研究計畫，“辦公建築室內空氣品質（CO₂、CO、PM₁₀）之研究”

Faye C. McQuiston and Jerald D. Parker, “Heating, Ventilating, and Air Conditioning”, John Wiley & Sons, Inc. (1994)

日本建築學會編，“建築環境工學用教材 環境篇”，（1988）

附件一、期初審查會評審意見執行現況

評 審 意 見	執 行 現 況
一、建議名稱：建築技術規則通風設計施工修正案之研究。	研究題目配合研究內容修正為：「建築技術規則有關通風條文增修訂之研究」。
二、建議範圍：現況問題分析、國內外法規比較，修正前後效益評估。	「現況問題分析」與「國內外法規比較」詳見報告書第三、四章；「修正前後效益評估」將接續在期限內完成。
三、空氣品質指標宜事先界定，以利計畫設計進行。	詳見內文第四章 4-1。
四、足尺實驗室模擬，宜敘明選定之操作變因，擬定研究架構以利進行。	詳見內文第五章。
五、通風量可考慮以換氣次數更為實際。	同意將此單位列入研究中。
六、針對無空調（冷暖氣）之環境的通風量應予區分。	本研究建議將「通風量」解釋為「新鮮外氣引入量」，如此可同時應用於無、有空調之環境的通風。
七、對於建築物內之各種「使用用途」之通風量請予訂定。	目前已完成各國法規之檢討，至於居室之通風量現正以數值方法及實驗定量評估中。
八、本研究實際可行	
九、本案甚為重要，且可預見其結果對增修條文之草案助益甚大。	
十、由設計規範改進可發揮最大之改善效果，唯使用階段之檢測需求可一併規畫，提供使用人參考。	將接續在期限內完成「使用階段之管理規範」與「系統之維護規範」。
十一、本計畫相當重要且具實用性，於進行研究時，除了對換氣量的研究外，亦應注重通風方式之有效性與可行性之設計施工方式，此於ASHRAE 62-1989 等皆可參考。	「有效自然、機械通風方式之建築設計建議」將接續在期限內完成
十二、提昇通風品質與提昇生活品質是一致的，過去國內之通風品質尤其在公共場所的確有欠缺之處，因此針對過去的低標準與比較科學的實驗在修正是非常必要的。建議在設計部份與施工部份在技術規則修訂方面應明確分開。	詳見內文第四章。
十三、研究方向明確。	

附件二、期中審查會評審意見執行現況

評 審 意 見	執 行 現 況
一、影響通風量的因素如：季節性、有無抽煙、有無油煙、有無冷氣、門縫的大小、地理位置的溫差變化等條件，皆應考慮納入本案修訂研究中。	同意將此列入研究參考中
二、本案研究可參考以 ASHRAE HANDBOOK 為基準，再配合台灣的國情加以修正。	本研究已朝此方式進行
三、因目前室外空氣品質不佳，可能需要考量在機械通風設備中加強清靜效果。	同意將此列入研究中
四、住宅的廚房與營業用餐廳的廚房需分類加以探討。	新增修訂條文之草案已將兩者分開討論
五、本案應探討改變開口位置管理的可行性。	詳見報告書 5-3 小節
六、以通風量來提高空氣品質，在能源上較不經濟。	在進行學者專家諮詢時，已將其列入判斷通風量值之考量
七、未來可建立一套關於房間分類的資料庫，以供消費者選擇使用。	新增修訂條文之草案中已朝此方向進行