

建築空調節能基準法制化 可行性研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

108301070000G0013
PG10802-0074

建築空調節能基準法制化 可行性研究

受委託者：國立成功大學
研究主持人：林憲德教授
協同主持人：李魁鵬教授、黃國倉教授
研究員：吳麗真
研究助理：王祥宇
研究期程：中華民國108年1月至108年12月
研究經費：新臺幣110萬3仟5佰元整

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國108年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 本研究計畫之重要性	8
第二章 國外有關本案之研究情況	9
第三章 研究方法(建築外殼節能與空調節能的效益分析)	13
第一節 建築外殼節能與空調節能管制效益概說	13
第二節 建築外殼節能與空調節能管制效益比較分析之一 .	14
第三節 建築外殼節能與空調節能管制效益比較分析之二 .	21
第四章 研究成果	25
第一節 建築空調節能管理法規條文	25
第二節 EAC 指標計算技術規範	27
第三節 EAC 指標行政審查建議方案	28
第五章 結論與建議	29
第一節 結論	29
第二節 建議	30

附錄一	歷屆工作會議記錄.....	33
附錄二	期中審查意見與回應.....	37
附錄三	期末審查意見與回應.....	41
附錄四	建築空調尖峰負荷之標準計算方式.....	45
附錄五	空調系統節能係數 EAC 值計算法.....	53
參考書目		61

表次

表 2-1 2013 年日本非住宅的節能設計基準最高值規定.....	11
表 2-2 2010 年以前日本關於建築設備效率節能法.....	11
表 2-3 2013 年日本節能法以分項設備規定的一次能源標準與 計算流程表	12
表 3-1 空調型建築各耗能特性空間分區之標準模型基本參數 設定表	16
表 3-2 空調型耗能特性分區時程及營運條件標準.....	17
表 3-3 空間開口率與樓層高度設定.....	19
表 3-4 建築外殼熱性能水準設定.....	19
表 3-5 田口氏直交表產生之 27 組標準模型—以辦公文教集會 分區為例	20
表 3-6 eQuest 動態軟體模擬六類空間的外殼熱負荷佔空調負 荷比例	21
表 3-7 台中 S 大型百貨公司 eQuest 動態軟體模擬室內條件情 境.....	22
表 3-8 台中 S 大型百貨公司 eQuest 動態軟體模擬營運時程情 境.....	22

表 3-9 eQuest 動態耗能模擬 S 百貨公司三種外殼情境之全年

耗電..... 23

表 4-1 新建建築物節約能源設計標準增修條文對照表..... 25

圖次

圖 1-1 利用由下而上研究，對照於產業評估中所假設之個別基準預估 2030 年不同地區不同產業在各種碳交易價格下對於全球溫室氣體減緩之經濟潛力。	2
圖 1-2 105 年我國各部門 CO ₂ 排放量佔比	3
圖 1-3 各國建築營建資材碳排佔比	3
圖 1-4 歐盟各國採用建築能效證書 EPC 的發展概況	4
圖 1-5 德國與法國建築能效證書 EPC 的示範例	5
圖 1-6 歐盟國家執行 EPC 而提升房價與租金的調查	6
圖 1-7 1972~2018 年台灣電力公司的尖峰負載變化	8
圖 2-1 能源成本分析法之「評估案」與「對比案」比較示意圖	9
圖 3-1 空調熱負荷因子構成示意圖	13
圖 3-2 建築規模與節能方向的差異	14
圖 3-3 eQuest 模擬結果及介面	15

摘要

關鍵詞:建築能源法規，空調能源，空調節能效益指標

一、研究緣起

我立法院於 2015 年通過「溫室氣體減量及管理法」，宣示全國溫室氣體排放量在 2020、2050 年之前分別要降低 2005 年之 20、50%水準。在此壓力之下，內政部被要求必須分攤住商部門之減碳目標，亦即要求達成(1)新建建築之建築外殼設計基準值，2020 年較 2016 年提高 10%，(2)公部門建築用電效率 2020 年較 2016 年改善 5%，2025 年改善 10%，且達到公告之耗能密度指標(Energy Usage Intensity EUI)規範之目標。

二、研究方法及過程

本研究設定以節能敏感度最高的空調節能為焦點，採用現行綠建築標章之空調系統節能係數 EAC(空調系統節能係數 EAC 根據期末評審意見，由綠建築評估手冊空調系統節能效率 EAC 更名而成)作為建築技術規則的新強制型節能管制策略。本研究將透過 eQuest 的建築耗能軟體來執行既有外殼節能指標體系與本 EAC 指標空調節能體系的空調節能效益分析，以彰顯本空調節能法規的節能效益。

三、重要發現

本計畫提出在建築技術規則增修空調節能設計管制的條文與技術規範，同時也將提出該法案在建照審查與第三方認證的方法如下：

1. 研擬建築空調節能管理法規條文
2. 研擬 EAC 指標計算技術規範
3. 研擬 EAC 指標行政審查建議方案

四、主要建議意見

建議一

建議續進行「非住宅類建築物能源計算標準與標示法」相關研究，以作為未來綠建築標章中規劃納入包含 EAC 指標之能源標示制度參考與依據:立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議內容：

本研究雖建議將 EAC 納入「新建建築物節約能源設計標準」，但由於行政作業

與統合業界意見尚需時日，短期內更有效方法為先由綠建築標章中執行以 EAC 變數作為建築能源標示的方法。本研究建議可續進行「非住宅類建築物能源計算標準與標示法」相關研究，以作為未來綠建築標章納入包含 EAC 指標之能源標示制度同步執行依據，並供日後以自願方式執行 EAC 管制之策略，同時可導入能源標示制度以有效落實管制住商能源節約之政策。

建議二

建議進行「新建建築物節約能源設計標準」條文增修，納入中央空調系統（EAC 指標）設計基準，與修訂「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目」，以利落實建築空調設備系統節能與管制：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、經濟部能源局、空調技師公會

建議內容：

本研究已完成新建建築物中央空調系統（EAC 指標）設計基準，建議會同相關單位於「新建建築物節約能源設計標準」中增修 EAC 指標條文，相關(草案)增修訂條文對照表如本研究報告第 4 章第 1 節所示。同時建議修訂內政部 85 年 6 月 22 日（85）內營字第八五〇三九〇六號函公告之「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目」，納入建築空調設備系統節約能源 EAC 設計內容，以利落實建築空調設備系統節能與管制。

Abstract

Keywords: Building Energy Regulation, AC Energy, Efficiency of AC System

Research Background:

In 2015, the Legislature Yuan passed the Greenhouse Gas Reduction and Management Act which declared that Taiwan's Greenhouse Gas reduction level in 2020 and 2050 will reach the goal of 20 and 50% of 2005's Greenhouse Gas emission level. With the targets stipulated, Ministry of the Interior was requested to tackle both residential and commercial sectors in order to share the carbon reduction goal namely (1) The energy conservation index of new building envelope design should be increased by 10% in 2020 compared to existing regulations and (2) The energy efficiency of governmental buildings should be improved by 5% in 2020 and 10% in 2025 compared to power usage levels recorded in 2016 and lastly, achieving the announced target level of Energy Usage Intensity (EUI) Standard.

Research Methodology:

Our research team focuses on AC energy conservation as it is highly sensitive to various kinds of energy saving solutions. This research will apply the existing energy efficiency index of EAC from the Green Building Design Manual as a new mandatory energy efficiency control strategy for the Building Technical Regulation. Also, this research will introduce eQuest software to simulate the energy conservation effects between the existing building envelope oriented system and the AC energy management system of EAC index so as to highlight the energy saving effect of this AC energy conservation regulation.

Major Outcomes:

This research will propose a new regulation and technical code of the AC efficiency design control for the Building Technical Regulation and will also propose the method for carrying out building license review and third party certifications under this regulation as suggested below:

1. Establish Building AC Energy Conservation Management Regulation
2. Establish EAC Index Calculation Technical Regulation
3. Establish EAC Index Administrative Review Proposal Plan

Main Recommendations:

Recommendation 1:

Continuation of 「Energy Calculation Standards and Labeling Method for Non-Residential Buildings」 Research for future Green Building Labeling System enhancements such as incorporating EAC Index and Energy Labeling Code

Feasibility: Highly Viable

Main Organizer: Architecture and Building Research Institute

Co-Organizer: Taiwan Architecture & Building Center

Although this research recommends incorporating EAC into 「Energy Conservation Design Standards for New Building Construction」, due to the limited time needed to integrate inputs from various administrations and professional bodies, a more efficient and quicker method is to utilize EAC variables to conduct Building Energy Labeling as part of the Green Building Labeling System. It is recommended that 「Energy Calculation Standards and Labeling Method for Non-Residential Buildings」 could be conducted in line with Green Building Labeling System in order to synchronize with future EAC control strategies as well as incorporating the above systems into the Energy Labeling Code to establish effective Residential and Commercial Energy Conservation policies.

Recommendation 2:

Execution of 「Energy Conservation Design Standards for New Building Construction」 Amendments, Incorporation of Central Air-Conditioning System (EAC Index) Design Standard and 「Building Air-Conditioning Equipment and Professional Air-Conditioning Visa Certifications」 Amendments to establish Energy Conservation and Regulation for Building Air-Conditioning Equipment Systems

Feasibility: Medium and Long-Term Goals

Main Organizer: Construction and Planning Agency

Co-Organizer: Architecture and Building Research Institute, Energy Bureau/ Ministry of Economic Affairs, Air-Conditioning Technician Association

This research has completed the design benchmark for the Central Air-Conditioning System (EAC) in New Building Constructions. It is recommended together with the Energy Bureau that the EAC Index provisions to be revised and incorporated into the 「Energy Conservation Design Standards for New Building Construction」 as shown in Chapter 4, Section 1 of this research report. It is also recommended to revise Code No. 8503906 「Building Air-Conditioning Equipment and Professional Air-Conditioning Visa Certifications」 as announced by the Ministry of the Interior on the 22th June 1996 to be incorporated into the Energy Conservation EAC Design to facilitate the implementation of Energy Saving and Regulation of Building Air-Conditioning Equipment Systems.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

為了解除日益嚴重的地球環境危機，2015 年聯合國提出 17 項永續發展目標，其中第 11 項目標為「永續城市與社區」。該目標之重點即在減少建築產業的能源消耗，其具體行動則以推動綠建築產業之節能效率為策略。該策略所謂的綠建築產業，並非僅止於目前流行之美國 LEED 或台灣 EEWB 系統提供綠建築標章認證之事務，而是以氣候行動之溫室氣體減量為主軸的綠色投資產業。根據聯合國環境署 UNEP (2011) 的報告，認為上述「永續城市與社區」之重要性，乃在於全球約有 50% 的人口居住於城市，而城市的能源消耗占世界能源消耗的 60% 至 80%。綠建築產業之重要性，在於建築部門是全球最重要的溫室氣體排放源，消耗全球約三分之一的能源，同時消耗全球三分之一以上的資源，包括全球 12% 的淡水，排放全球 40% 的固體廢物總量 (UNEP SBCI 2009)。根據國際能源署 IEA 的研究 (IEA, 2015) 指出，如果在全球範圍內實施建築業的節能措施，到 2050 年可以減少 58 億噸的二氧化碳排放，減少 83% 的溫室氣體排放。

IPCC (政府間氣候變化專門委員會) 在 2007 年關於氣候變遷的第四次評估報告中，預估 2030 年不同產業在各種碳交易價格下對於全球溫室氣體減緩之經濟潛力中，綠建築產業是位居減碳投資效益最高的行業如圖 1-1 所示。該報告認為 2011 年起只要每年投資 3000~10000 萬億美元，2050 年可以降低約三分之一的全世界建築物能耗，同時可將地球大氣 CO₂ 濃度控制在 450ppm 以內。綠建築產業在維持每噸二氧化碳當量減碳成本低於 100 美元之條件下，全球到 2030 年每年可減排 5.3~6.7 千兆噸。最重要的是其中 90% 的減排量可在小於每噸 20 美元的低成本情況下實現，其效益遠高出其他行業。

有一對美國 5375 個商用建築的報告顯示，新建築使用高能效的照明燈、供熱、通風、空調和遮光物，可降低 64% 的能耗 (Griffith et al. 2006)。英國能源消耗指南指出，與全空調和全玻璃辦公樓相比，引入自然通風的辦公樓可以降低 55%-60% 的能耗 (CIBSE 2004)。成功大學名為綠色魔法學校的辦公建築，已由耗能單據中被證實節能 65%，在其 60 年生命週期中可減碳 37.7% 的水準。綠建築產業的減碳潛力可見一斑 (林憲德，2016)。

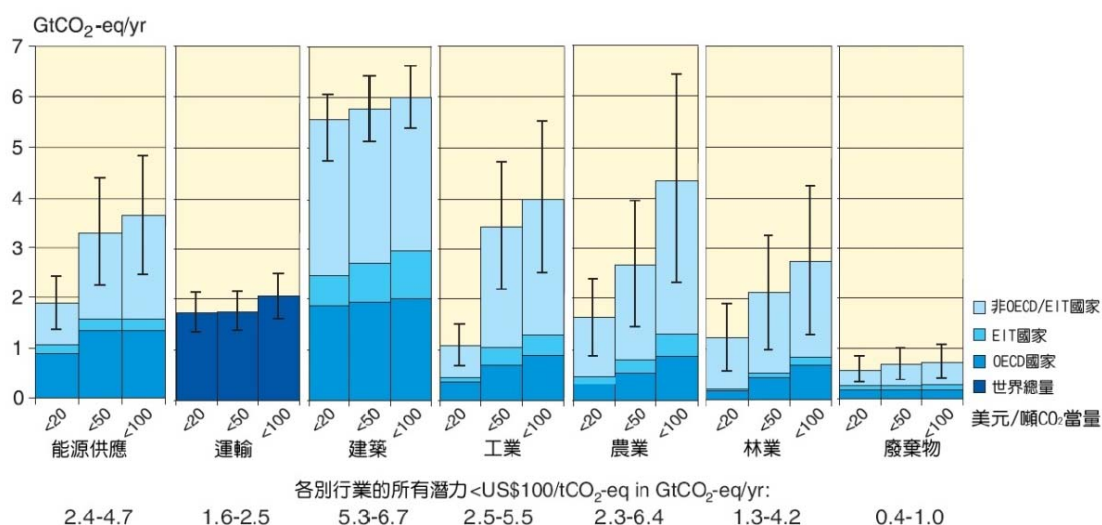


圖 1-1 利用由下而上研究，對照於產業評估中所假設之個別基準預估 2030 年不同地區不同產業在各種碳交易價格下對於全球溫室氣體減緩之經濟潛力。
(資料來源:IPCC, 2007)

我國 98%能源依賴進口，自有能源匱乏。2016 年我政府設定新能源政策目標，包括 2025 年綠能發電比例提升至 20%、抑低電力年均需求成長率至 1%、強化電網穩定性並提升供電可靠度等，希望在兼顧能源安全、環境永續及綠色經濟發展均衡下，建構安全穩定及潔淨能源供需體系，期望創造永續價值，邁向 2025 年非核家園。我國各部門 CO₂ 排放量分析（含電力消費排放），105 年與住商部門相關的服務業部門占 11.96%為 30.9 百萬公噸，住宅部門占 11.49%為 29.7 百萬公噸，兩者合計占我國整體溫室氣體排放量比重約為 23.4%(如圖 1-2)。另外，由 Tatsuo Oka(2013)採用全球幾個國家的產業關聯表所統計的建築產業建材碳排量與其佔該國碳排總量之比例如圖 1-3 所示，由此判讀可知台灣營建產業建材之相關碳排比例約佔全國碳排總量之 10%。這兩者相加之台灣建築相關產業的碳排放佔比約高達 33.4%，可見建築產業的節能減碳對國家溫室氣體減量有重大的影響。本計畫作為建築節能策略之一環，若能提升建築產業能源效率，對我國節能與溫室氣體減量當有不少貢獻。

為此，我立法院於 2015 年通過「溫室氣體減量及管理法」，宣示全國溫室氣體排放量在 2020、2050 年之前分別要降低為 2005 年之 20、50%水準，以 5 年為一期之檢討目標。其中住商部門第一期 2016~2020 年之分攤減量目標，要求比 2005 年降低 2.5%，其做法為(1)新建建築之建築外殼設計基準值，2020 年較 2016 年提高 10%。(2)公部門建築用電效率 2020 年較 2016 年改善 5%，2025 年改善 10%，且達到公告之耗能密度指標(Energy Usage Index, EUI)規範。(3) 2025 年研議建立

建築能源資料庫，發展建築能源護照。然而，依照建築耗能理論來檢視這三項工作，第一項因原有外殼節能水準已高，強化 10% 並無實質減少耗電效益，後兩項徒有目標並無具體實施對策，實難達成分攤 5~10% 的減碳目標。有鑒於此，本研究提出更簡易有效的「建築空調節能基準法制化」之策略，若能獲得政府的採行，當能有助於達成以上目標。

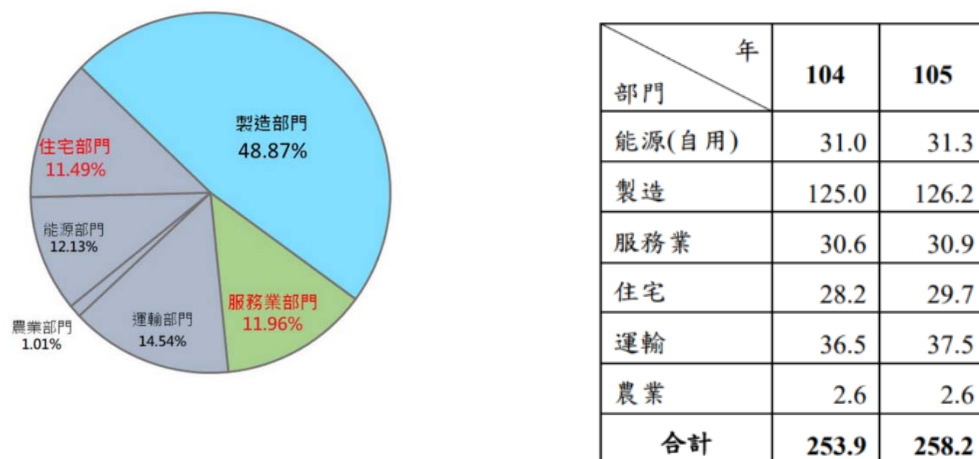


圖 1-2 105 年我國各部門 CO₂ 排放量佔比

(資料來源：行政院環保署，2019)

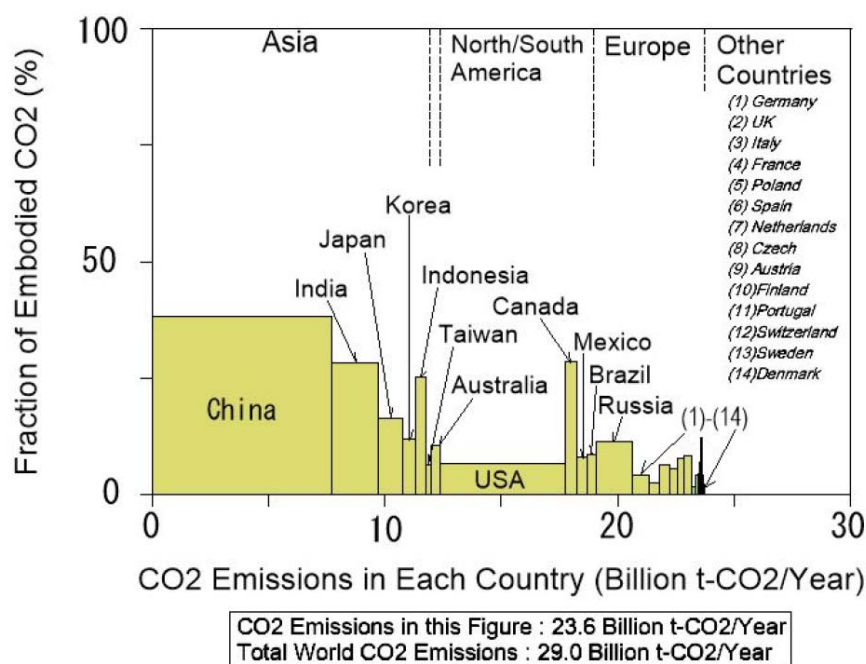


圖 1-3 各國建築營建資材碳排佔比

(資料來源：Chae C. U. and Kim S, 2016)

UNEP的「邁向綠色經濟」報告同時指出，綠建築有益於健康、提高勞動生產率、節省勞動成本、帶動就業市場。該報告認為在建築節能改造中每投入100萬美元的投資，可產生10~14個直接就業機會和3~4個間接就業機會，這在發展中國家中所增加的綠色就業機會更高。已開發國家可打造既有建築的高能效綠建築市場，發展中國家則可創造更大的新建綠建築市場。到2013年，綠色商業建築市場將發展到每年560~700億美元；綠色住宅市場將達到每年400~700億美元，顯然綠建築產業是國家永續發展最重要的一環。

本研究的「建築空調節能基準法制化」乃是具備反映建築空調耗能實情，由於建築空調耗能是全耗能的大宗，此法制化是邁向全面建築能源護照或建築能效標示制度的關鍵。此建築能源護照或建築能效標示制度，乃源自歐盟議會的建築能效指令 EPBD(Energy Performance of Buildings Directive)，該指令最早由歐盟議會於 2002 年頒佈，在 2010 年二度被強化(European Union, 2014)後，授權歐盟國家設定各自的近零能耗建築 (nZEBs) 標準，規定新建公共建築在 2018 年前應達成該近零能耗目標，且在 2020 年以後所有新建建築也應達標。近零能耗建築乃指運行中僅需極少能耗並且盡可能使用再生能源的建築，歐盟將之定義為一次能源消費量在住宅上限為 160kWh/(m².yr)，在非住宅建築上限為 170 kWh/(m².yr)。比利時甚至規定要提前六年實現該指令，且其布魯塞爾地區在 2007 年所有建築物均已達標(Intelligent Energy Europe, 2012)。歐盟自 2002 以來採用建築能效標示制度的發展如圖 1-4 所示(IPEEC, 2014)。從 2008 年 10 月 1 日起，在歐盟管轄範圍內之建築物無論買賣、建造或租賃，所有權人都需要提具建築物能源效能證書如圖 1-5 所示。

本計畫乃依循此目標，在現有建管體制下推動空調系統節能設計管制策略，期待能成為我國建築產業溫室氣體減量政策之助力。

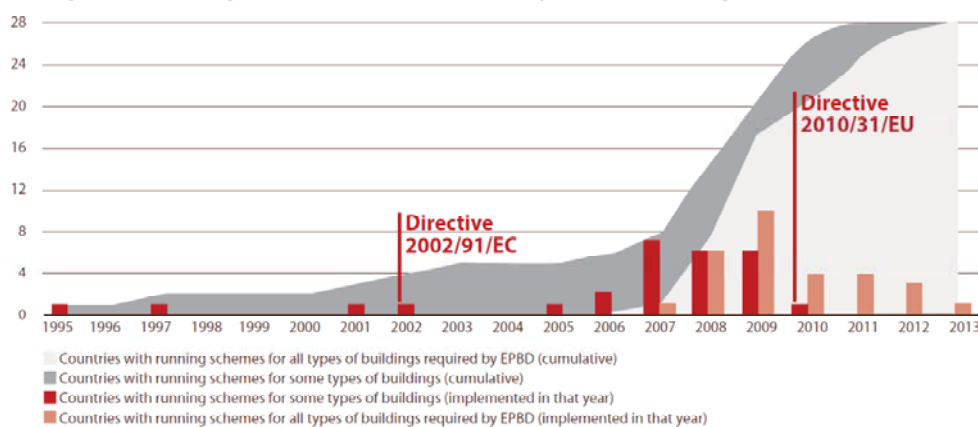


圖 1-4 歐盟各國採用建築能效證書 EPC 的發展概況

(資料來源：IPEEC，2014)

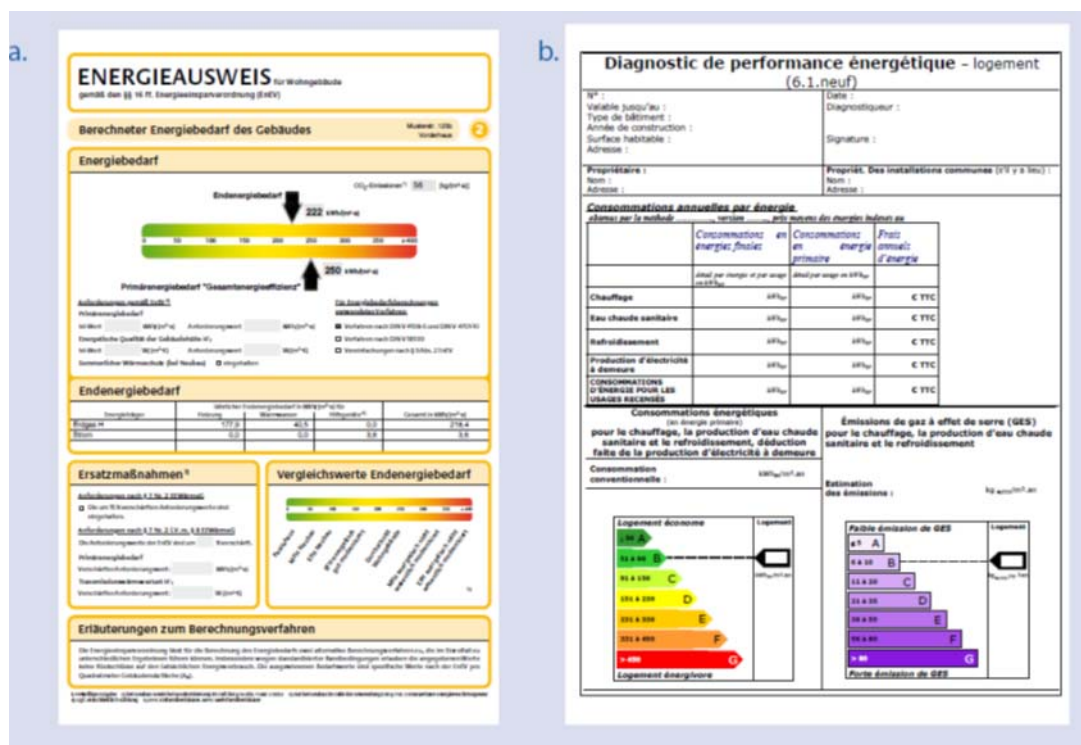


圖 1-5 德國與法國建築能效證書 EPC 的示範例

(資料來源:Brounen D, Kok N., 2011)

歐盟強制採用建築物能效揭露與標示的做法，不但對國家整體節能產生很大成果，同時也造就極大綠色商機。某一對實施歐盟的建築能效指令EPBD的影響進行評估(Haydock and Arbon 2009)，發現歐盟到2020年可以實現減少能源需求5~6%，降低二氧化碳排放量4~5%的目標，同時可以新增在新建築或改造工程、綠色資材或設備、再生能源及其服務、回收利用、廢物管理等方面約28~45萬就業機會。有許多調查研究(Bio Intelligence Service, 2013)發現歐盟執行建築能源效率認證EPC案件確實因能源標示而在大部分歐盟地區有提高房價與租金之成效(除了英國少部分地區有例外)。例如在奧地利能源效率改善會增加8%房價與4.4%的租金。在比利時顯示主要能源效率改善在Flander區可提升房價4.3%與租金3.2%，在比利時Wallonia 與Brussels區可提升房價5.4、2.9%，提升租金1.5、2.2%。另外，在法國的Marseille、Lille區每一住宅能源等級提升一級可提升房價4.3、3.2%，但在集合住宅則無明顯差距。在愛爾蘭住宅能源等級提升一級可提升房價2.83%與租金1.4(圖1-6)。另外，在荷蘭的調查追蹤32000棟有建標能效標章標識的住家(Dirk Brounen, NilsKok, 2011)，發現能效標示與交易價格有明顯正相關，有綠色標章的住家會有3.6%增值。在綠色標章上每增一級有3.7%增值，A級標章比D級標章增值10.2%，G級標章則降值5%。2009年荷蘭住宅平均每月能源支出152歐元，但A級、G級平均支出可下降為105、231歐元。另外有一美國研究顯示有Energy Star標示的綠色辦公建築租金比一般高2~3%，交易價格高出13~16%。我國若能依循本研成果，建議在現行建築外殼節能基礎上，再加入空調系統節能係數EAC設計管制，對

建築設備節能產業當然有所助益，亦應有歐盟前例一般的產業商機提升效益才對。

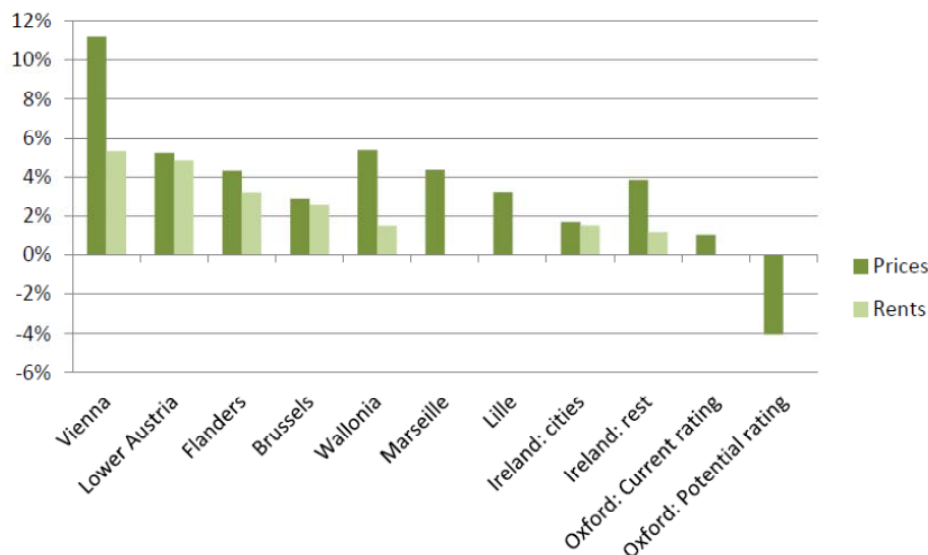


圖 1-6 歐盟國家執行 EPC 而提升房價與租金的調查

(資料來源: Bio Intelligence Service, 2013)

我國內政部營建署在1995年已開始實施建築物節約能源設計法規，同時在2013年針對中央空調設備系統公布實施“新建建築物節約能源設計標準”，另外內政部建築研究所也自1999年啟動綠建築標章制度，至今已有相當輝煌的節能成效。然而，這節能成效在當前能源危機日益加大情況下，同時與一些先進國建築節能政策經驗相比之下，台灣現行建築節能法規體系似乎有以下問題值得重新商榷檢討：

1. 現行建築技術規則只執行建築外殼節能設計管制而遺漏最大耗能關鍵因子的空調設備節能設計管制。
2. 前述“新建建築物節約能源設計標準”的內容只是管制空調熱源設備超量設計問題，並無管制包括主機、送風、送水系統之整體空調節能效率設計，亦即並無實質空調節能管制效益。
3. 在現行建築節能管理體系內，空調節能設計只有在內政部建築研究所綠建築標章內以空調系統節能係數 EAC(空調系統節能係數 EAC 之名稱原在綠建築評估手冊為空調系統節能效率 EAC，但 EAC 越小越佳，恐與一般機械效率越大越佳相左，故根據期末評審意見將“效率”更名為“係數”，未來綠建築評估手冊將比照修改)來管制，雖然有良好空調節能成效，但這只局限於申請綠建築標章之案件，依然有很大一部分的建築案件並無法受惠於 EAC 節能管制的恩典。

有鑑於此，本計畫的目的乃是以降低空調型建築物之空調耗電為目標，透過建築空調節能效益與其建管策略之分析研究，希望能在現有營建署「新建建築物節約能源設計標準」中增修條文，以具體提升新建建築物的節能效益，並帶動建築產業升級與商機。

第二節 本研究計畫之重要性

本研究以空調型建築之空調節能為範疇之原因，在於我國現行能源危機最大關鍵在於建築空調尖峰耗能。如圖1-7所示，我國夏季尖峰建築空調用電佔比高達30%以上，依據非生產性能源查核資料統計，夏日空調負載約占台電尖峰負載的44%，可見夏日空調用電量相當可觀，該項節能管制措施第一步必須在提升空調系統的節能設計效率，才能發揮建築節能管理之成效。現行建築技術規則所採用Req、ENVLOAD、AWSG之節能指標雖然有助於空調節能，但它只能協助減少空調熱負荷之建築外殼熱負荷部分，其對空調節能之貢獻度可能不及十分之一，其他有九成的空調節能效果尚遺留於空調設備設計之中。本計畫所提案的空調節能設計法制化策略若能落實，預計可提升我國建築節能法規數倍的節能效益。

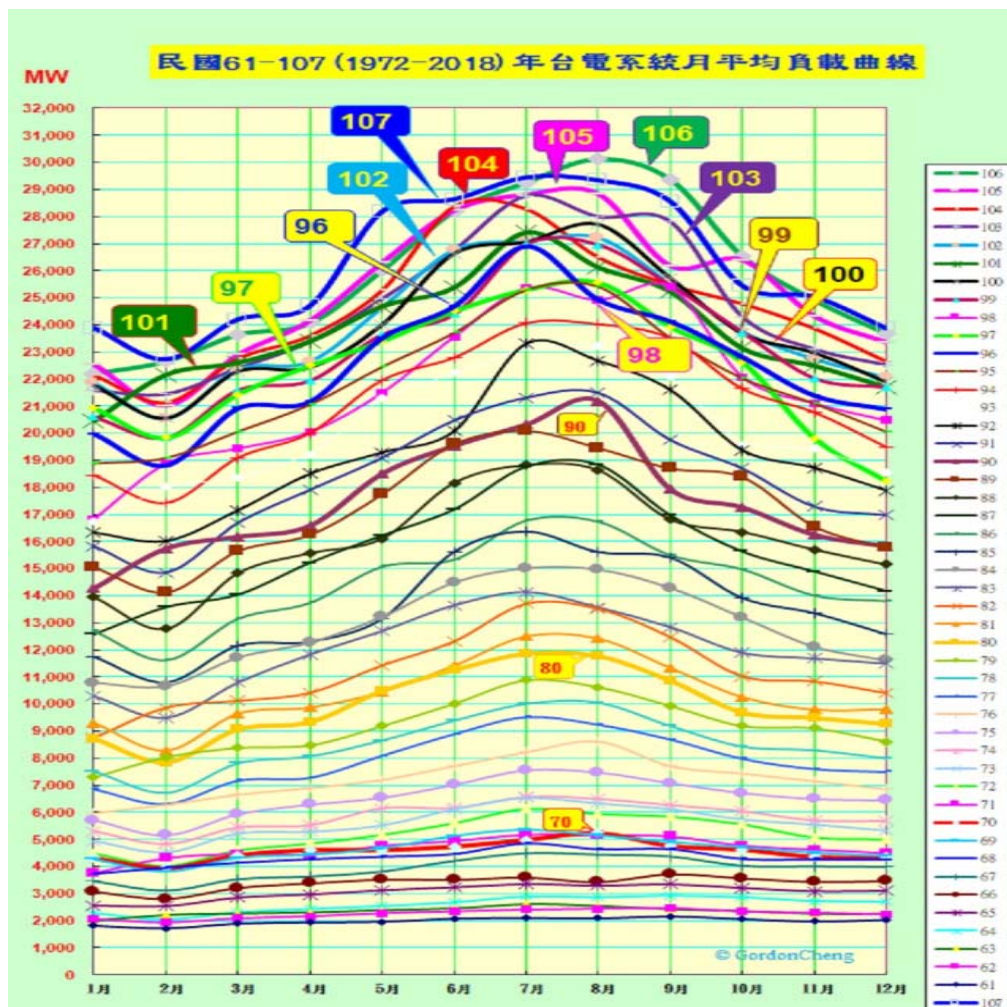


圖 1-7 1972~2018 年台灣電力公司的尖峰負載變化

(資料來源:台灣電力公司)

第二章 國外有關本案之研究情況

國際間一般對於空調節能設計管制是以空調設備實務的分項設備效率設計標準的規範來呈現，亦即如ASHRAE90.1的分項檢討規範般，針對空調分項設備逐項性能檢討的方式來規範，但這類似於空調業界實務操作的一本規範，並不適用於建築節能管理法規，因為建築節能管理法規所需要的是以明確的節能指標與基準納入簡單的法規條文中。本研究提出以綠建築評估手冊的EAC指標作為「新建建築物節約能源設計標準」之增修條文內容，因為這才是建築節能法規應有的架構。茲介紹國外類似此簡易空調節能指標的做法如下：

(一) 美國 ASHRAE90.1 的能源成本分析法

美國ASHRAE90.1除了對空調設計元件的分項節能規範之外，也設定單一綜合指標的節能規範法的「能源成本分析法」。此法採用DOE、EnergyPlus或e-QUEST等動態建築能源軟體，以及標準氣象年資料來執行一個「評估案」與一個「對比案」的建築空調耗能量模擬(圖2-1)，藉此要求「評估案」必須達成一定節能比例的做法。這「評估案」與「對比案」被要求在運轉模式、室內條件、氣候條件上完全一致，但「對比案」被設定於標準化的開窗率、隔熱與遮陽性能、機械效率，而「評估案」則以其節能設計條件計算，因此可得到標準化的評估結果。此能源成本分析法也被導入我國的EEWH-RN系統中。

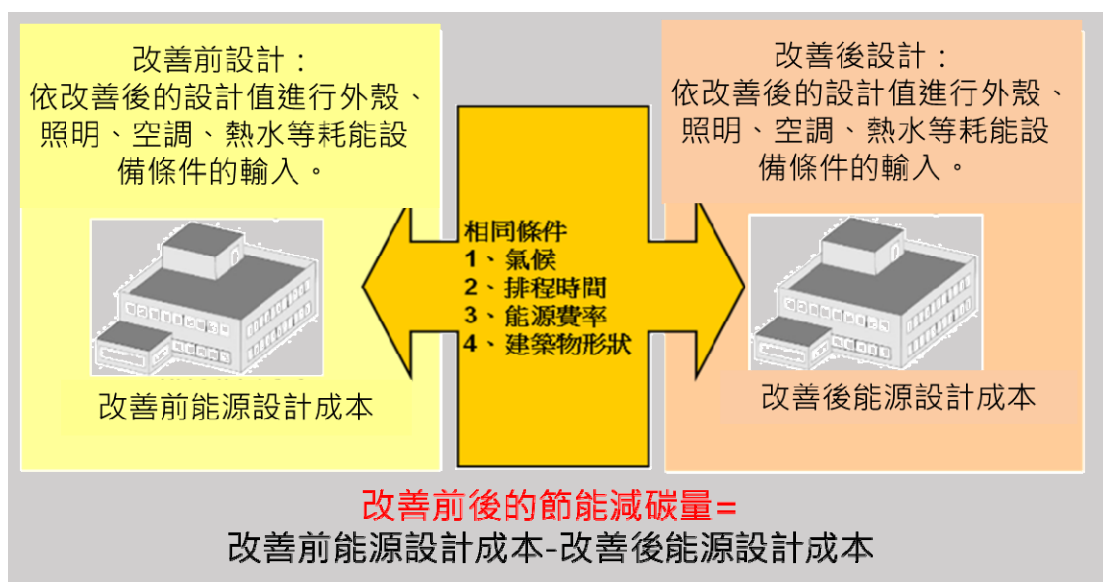


圖 2-1 能源成本分析法之「評估案」與「對比案」比較示意圖

(資料來源:本研究繪製)

(二) 歐盟關於非住宅建築物的空調節能管制策略

歐盟關於非住宅建築物的空調節能管制策略，乃是在歐盟建築能效指令 EPBD(Energy Performance of Buildings Directive)下所建立的能效認證EPC (Energy Performance Certificate) 制度。EPBD最早由歐盟議會於2002年頒佈，在2010年二度被強化(European Union. 2014)後，授權歐盟國家設定各自的近零能耗建築(nZEBs)標準，規定新建公共建築在2018年前應達成該近零能耗目標，且在2020年以後所有新建建築也應達標。為了達成前述建築能效指令EPBD，建立建築物能源效率之簡易評估法與標示制度乃是必要條件，的EPBD於2002年開始要求會員國採用EPC建築能源揭露，並於2006生效，但給予一些技術未完備的成員國三年緩衝期。從2008年起在歐盟管轄範圍內之建築物無論買賣、建造或租賃，所有權人都需要提具建築物能源效能證書。

EPC當然必須採用能源模擬工具來計算耗能量，例如2007年德國關於非住宅建築而採用直接計算全年耗能量 Q_p (kWh/a)的計算方式，來規定最大耗能量基準，其公式如下所示：

$$\begin{aligned} Q_p = & \text{暖氣及熱風設備全年耗能量 } Q_{p,h} + \text{空調設備全年耗能量 } Q_{p,c} \\ & + \text{蒸氣供給設備全年耗能量 } Q_{p,m} + \text{熱水設備全年耗能量 } Q_{p,w} \\ & + \text{照明設備全年耗能量 } Q_{p,l} + \text{各設備輔助能源年耗能量 } Q_{p,aux} \end{aligned}$$

其中空調設備全年耗能量 $Q_{p,c}$ 當然採用建築熱特性與空調機械效率來計算模擬，這就規範了建築外殼與空調設備系統的節能效率性能了。這種管制法只是規定以EPC工具來認證即可。

(三) 日本關於非住宅建築物的空調節能法規

日本的建築節能法始於1979年的「能源使用合理化相關法律」，該法內容包括：工廠、運輸、住宅建築、機械器具等四分類，其中住宅建築就是其建築節能法之範圍。日本建築節能法在1980年以4000 m^2 規模辦公建築與空調設備管理出發，逐年增加管制對象，2010年管制規模縮小至300 m^2 ，2003年規定2000 m^2 規模以上公共建築物必須提出「建築節能定期報告書」，2006年規定2000 m^2 以上非住宅必須提出「建築節能定期報告書」。300 m^2 以上非住宅建築物施工前21天必須提出「建築節能對策書」(即節能指標計算書)，不提出者或造假報告者，得處罰五十萬日幣以下之罰款，同時自「建築節能對策書」之日起每三年必須向主管機關提出「建築節能定期報告書」，報告書的內容包括節能措施有無變更與節能效益之維護管理狀況。2013起日本建築節能法把全國分成八個氣候區，成立「一次耗能指標法」，要求結合建築外殼、暖房、冷房、換氣、照明、熱水等系統綜合計算「一次能源消耗量指標」，同時要求不得超出一定基準。該法主要分為住宅與非住宅兩部分，其概要如下：

日本關於非住宅型建築物，自1980年起直接採用辦公建築全年耗能量PAL（外周區全年熱負荷量係數），來訂定辦公建築外殼節能設計基準。在這基準中，規定此類建築物外周圍部份(Perimeter Zone)，每年每 m^2 的熱負荷量不能超過某一空調熱負荷標準PAL*。2013年最新公佈的百貨商場、旅館、醫院、學校、餐廳、集會所、工廠共八類建築物的PAL設計基準如表2-1所示。

除了上述建築外殼節能指標之外，自1980年以來對於空調、照明、熱水等設備採取分項性能指標之規範(表2-2)，自2013起全面改採「一次能源消耗量基準法」，亦即要求針對不同熱負荷特性之空間計算建築外殼熱流，加上空調、照明、熱水與其他設備等設備系統的設計效率值綜合計算出「一次能源消耗量指標」，該指標被要求必須低於其「對比標準模型」的計算值，這是一種以設計圖模擬計算的之建築能源總量管理法，如表2-3所示。這相當於美國採用能源成本法(Energy Cost Budget)，是以耗能軟體計算出空調、照明、電器設備的總耗能量的方法。

表 2-1 2013 年日本非住宅的節能設計基準最高值規定

建築分類		PAL* 基準							
		1氣候	2氣候	3氣候	4氣候	5氣候	6氣候	7氣候	8氣候
辦公建築		430	430	430	450	450	450	450	590
旅館	客房部	560	560	560	450	450	450	500	690
	宴會場部	960	960	960	1250	1250	1250	1450	2220
醫院	病房部	790	790	790	770	770	770	790	980
	非客房部	420	420	420	430	430	430	440	670
商場店鋪		610	610	610	710	710	710	820	1300
學校		390	390	390	450	450	450	500	690
餐飲建築		680	680	680	810	810	810	910	1440
集會所	圖書館	540	540	540	550	550	550	550	670
	體育館	770	770	770	900	900	900	900	1100
	電影院	1470	1470	1470	1500	1500	1500	1500	2100

(資料來源:エクснаレッジ, 2014)

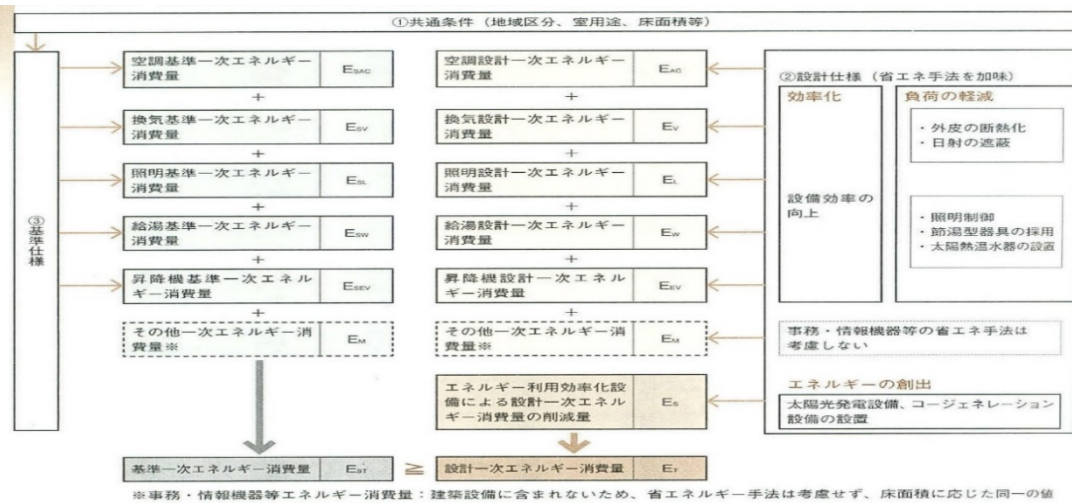
表 2-2 2010 年以前日本關於建築設備效率節能法

節能指標	旅館	醫院	百貨商場	辦公廳	學校	餐廳
空調設備系統效率 CEC/AC	2.5	2.5	1.7	1.5	1.5	2.2
通風設備系統效率 CEC/V	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	1.5
照明設備系統效率 CEC/L	1.0	1.0	1.0	1.0		
熱水設備系統效率 CEC/HW	1.5	1.7	1.7	—	—	—
電梯設備系統效率 CEC/EV	1.0	—	—	1.0	—	—

(資料來源:エクснаレッジ, 2014)

表 2-3 2013 年日本節能法以分項設備規定的一次能源標準與計算流程表

室用途		設備別標準一次エネルギー消費量（単位：1 m ² ・1 年につきメガジュール）																			
		空調設備 地域区分								空調設備 設備以外 の機械換 気設備	照明設備	給湯設備								その 他の 設備	
												地域区分									
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5	6	7	8		
事務所等	事務室	898	917	925	965	1,033	1,115	1,129	1,399	0	498	20	20	19	18	17	16	14	12	498	
	電子計算機 器事務室	944	963	1,120	1,155	1,259	1,350	1,378	1,715	0	498	20	20	19	18	17	16	14	12	1,245	
	会議室	1,060	1,071	993	1,021	1,075	1,148	1,153	1,465	0	231	51	50	47	45	43	39	36	29	42	
	喫茶室	1,060	1,071	993	1,021	1,075	1,148	1,153	1,465	0	254	1,712	1,678	1,572	1,531	1,454	1,322	1,209	978	42	
	社員食堂	394	397	380	392	406	458	450	594	0	141	2,568	2,517	2,358	2,297	2,180	1,983	1,813	1,467	0	
	中央監視室	2,457	2,508	3,049	3,155	3,354	3,527	3,696	4,490	0	1,171	46	45	42	41	39	36	33	28	2,565	
	ロビー	660	671	655	675	693	750	739	913	0	547	6	6	6	5	5	5	4	3	0	
	廊下	660	671	655	675	693	750	739	913	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	便所	660	671	655	675	693	750	739	913	413	367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	喫煙室	660	671	655	675	693	750	739	913	826	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	更衣室又は 倉庫	787	797	816	850	894	967	977	1,220	138	202	995	975	914	890	845	768	702	569	0	
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	3,514	322	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
機械室	0	0	0	0	0	0	0	0	769	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
電気室	0	0	0	0	0	0	0	0	1,539	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
湯沸室等	0	0	0	0	0	0	0	0	88	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
食品庫等	0	0	0	0	0	0	0	0	176	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
印刷室等	0	0	0	0	0	0	0	0	176	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
屋内駐車場	0	0	0	0	0	0	0	0	1,366	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
廃棄物保管 場所等	0	0	0	0	0	0	0	0	527	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



（資料來源：エクスナレッジ，2014）

第三章 研究方法(建築外殼節能與空調節能的效益分析)

第一節 建築外殼節能與空調節能管制效益概說

作為空調節能入法之依據，首先必須明示建築外殼節能與空調節能的效益差異。為此，我們必須理解以下最基本的空調熱負荷組成原理：亦即空調設備的熱負荷容量由（1）外殼熱負荷（外殼傳入的熱傳量）、（2）室內熱負荷（人體、照明、室內設備所產生的熱量）、（3）外氣熱負荷（處理新鮮外氣的熱負荷）等三部分所構成（圖3-1），其中第一部分的外殼熱負荷，是唯一與建築學的外殼設計有關的部分，其他兩部分是固定必要的設備熱負荷，非建築設計所能左右。亦即，現行 ENVLOAD、Req等指標儘管制其第一部分之熱負荷，其他兩部分並無管制效益，對於實質節電效益並未到位。

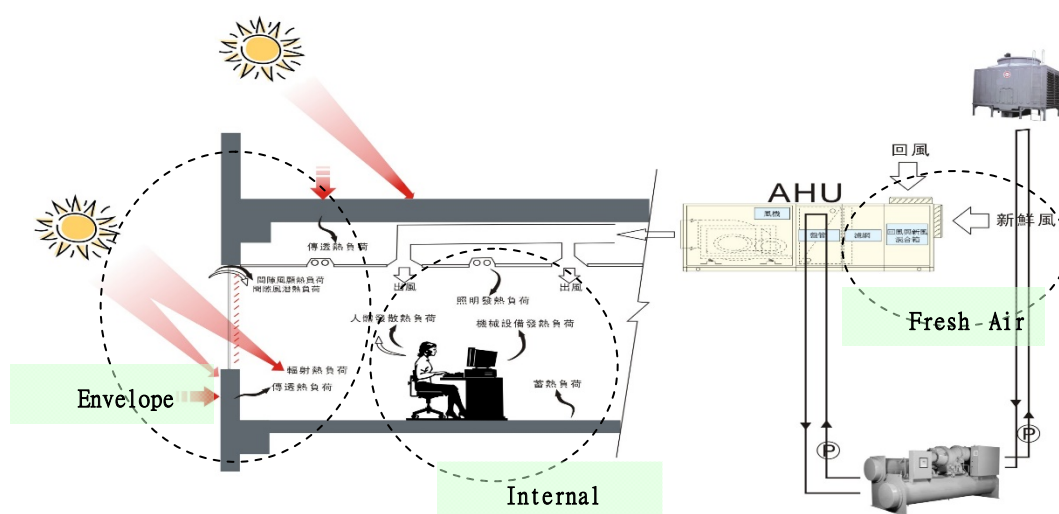


圖 3-1 空調熱負荷因子構成示意圖

（資料來源：本研究繪製）

建築外殼節能與空調節能的管制效益可示意如圖3-2所示，如住宅之類的小型建築物，依賴人工設備程度較小、空調耗能佔比較小（住宅類空調耗電佔比約20%），在建築節能設計上的潛力較大，但空調節能設計的潛力微弱（只有選用節能標章的小冷氣機而已）；反之，如大百貨商場或國際會議中心之類的大型複雜化建築物，因依賴空調機械的程度較深，其空調耗能佔比較大（空調耗電佔比約50%），其在建築外殼節能設計的潛力小，但空調節能設計的潛力大增。這意味大型空調建築物，

現行ENVLOAD之外殼節能指標的實質節能效益並不大，而積極執行空調設備系統節能設計才能收到節能之成效，這也是執行本研究的目的。

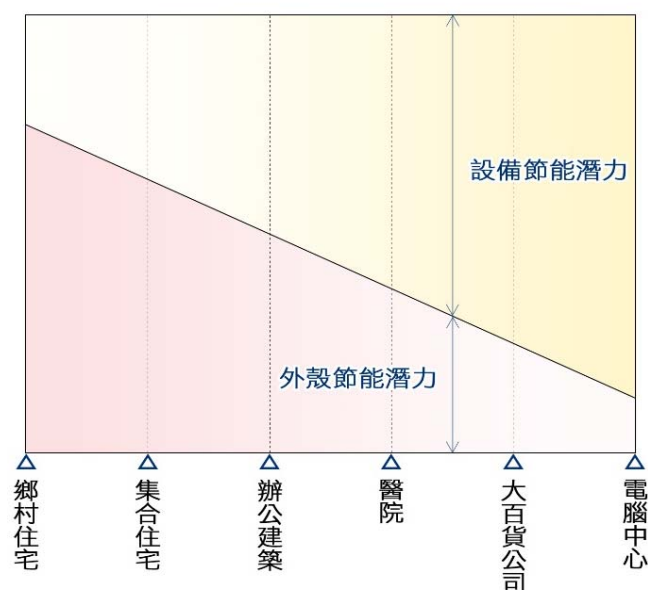


圖 3-2 建築規模與節能方向的差異

（資料來源：本研究繪製）

第二節 建築外殼節能與空調節能管制效益比較分析之一

為了具體量化建築外殼節能與空調節能的效益分析，本研究採用國際通行耗能解析軟體eQuest以及內政部建築研究所開發之標準氣象年TMY3，執行以下建築ENVLOAD法規之六類建築耗能空間的空調耗能分析。

eQuest原為以美國能源局開發出來的DOE-2作為建築動態負荷的運算核心，同時搭配設計精靈與圖像化界面進行模擬運算。不論是建築、照明配置、空調機械設備等均可快速且簡單的操作其設定項目，可以在短時間內得到案例初步之模擬結果，提供足夠的資訊給設計團隊檢視其模擬結果（圖3-3）。

eQuest會依天氣資料、座落位置、建築外殼、使用人員、照明、設備等全年使用型態模擬出全年逐時負荷提供給建築空調設備作計算，軟體依照空調設備之形式、控制方法等模擬出全年逐時耗能使用情形，另外eQuest也包含了冷凍系統模組，可提供給冷凍冷藏倉儲物流中心、超級市場耗能模擬等使用。

首先，本研究承襲過去發展ENVLOAD指標的標準設定，設定該6類分區所設定的人員密度、照明密度、空調照明營運模式揭示於表3-1~表3-2上。

表 3-1 空調型建築各耗能特性空間分區之標準模型基本參數設定表

空間分類	空間列舉	人員 密度 (人/m ²)	照明 密度 (W/m ²)
辦公文教宗教照護分區	政府機關、一般辦公室、事務所、證券公司、電信局、郵局、旅館辦公部門、會議室、學校建築之辦公空間、補習班、安親班、才藝班、演講廳、文康中心、社教館、集會堂、社區(里民)活動中心。	0.15	13.5
商場餐飲娛樂分區	百貨、商場、量販店、超市餐廳、宴會廳、機關餐廳、咖啡廳、美食街、KTV、酒吧、網咖、撞球室、俱樂部、按摩場所、夜總會、遊藝場、三溫暖場所	0.25	29.5
醫院診療分區	醫院門診部、診所、醫院大廳、急診室、加護病房、非行政類醫療檢驗部門空間	0.3	12.5
醫院病房分區	醫院病房區	0.1	10
旅館、招待所之客房分區	旅館、招待所之客房部	0.1	10
交通運輸旅客大廳分區	車站、捷運站、候船室、航空站	0.35	17.5

(資料來源:本研究整理)

表 3-2 空調型耗能特性分區時程及營運條件標準

耗能特性空間分區	營運時間	營運時間		非營運時間	
		人員使用率 (平日/假日)	照明使用率 (平日/假日)	人員 使用率	照明 使用率
辦公文教宗教照護分區	2540	0.8/-*	1/-*	0	0.05*
商場餐飲娛樂分區	3756	0.5/1	1/1	0	0.05
醫院診療分區	3756	0.7/1	1/1	0	0.05
醫院病房分區	8760	0.8/1	1/1	-	-
旅館、招待所之客房分區	8760	0.6/1	0.8/1	-	-
交通運輸旅客大廳分區	6570	0.9/0.9	0.8/0.8	0	0.05

註：非營業時間之照明使用率則以備載之緊急照明需求使用率 0.05 為基準

◆ 照明使用率(營業日) ■ 照明使用率(休假日)
 ▲ 人員使用率(平日) × 人員使用率(周末)

(資料來源:本研究整理)

這些建築模型必須與建築市場的營建習慣相符且與建築節能趨勢一致才行。這些建築模型必須設定的變數為：1. 室內發熱量條件、2. 空調營運時程、3. 建築空間尺度模型、4. 建築外殼熱性能條件。其中，1. 室內發熱量條件、2. 空調營運時程，為eQuest計算所必須的輸入條件，已設定如表3-1~表3-2所示。

上述模型變數3. 建築空間尺度模型之設定，應盡量與建築市場的型態相近。本研究設定為一般常見的建築規模20 m × 30 m的矩形建築平面。其中外周區5m是建築技術規則對建築外殼節能計算之範圍，同時也是空調實務上常被採用的空調負荷分區的界線；其中內部區10 m × 20 m為不受外氣熱流影響範圍。這些建築平面在回歸分析中將分E、ES、S、WS、W、WN、N、E等八方位的排列組合之樣本來執行計算。至於建築模型之樓層高度，應根據建築市場一般設計習慣，隨著不同耗能特性空間分區應設定不同高度，本研究設定之標準樓層高度如表3-3所示。

上述模型變數4. 建築外殼熱性能條件之設定，最主要在於設定不同之隔熱與遮陽水準，它牽涉開窗率、外牆構造、玻璃構造之差異。本研究設定建築模型開口率之變化如表3-3所示，該開口率之範圍是以現行建築節能法規管制下，以無外遮陽設計、無臨棟建築遮陰條件下最可能的開窗率變動範圍。另外，本研究設定建築外殼熱性能條件如表3-4所示，其中建築外牆與屋頂的熱傳透係數U值為1.5~3.78、0.38~0.80(W/m².K)、乃是現行建築市場上最低標準至最好隔熱處理的水準；外窗之日射取得係數η值=0.33~0.50乃是現行公共建築市場上最常用的吸熱玻璃至Low-E玻璃之水準。這些熱性能因子在回歸分析中將被排列組合執行解析，以保證本解析結果適用於最廣泛的建築市場。

接著，為了讓本解析結果具有充分代表性，本研究以實驗計畫法(Experimental Method)來設定解析樣本。實驗計畫法是一套系統化的實驗方法，透過有效率的實驗規劃，以最少的實驗次數，獲取最多的結論，並透過這些結論將產品設計，製程參數最佳化，是工業界與科學界獲取知識與Know-how的最佳工具。實驗計畫法作為如何高效率的設計開發產品、如何改善產品品質、如何提高生產線等的統計分析方法，如今在產業界已廣泛地被應用。本研究為達建築模型多樣化的目的，研究中採用實驗計畫法名作之「田口式直交表」(田口，1950)的方式，以8方位、3外牆隔熱、3開口率、3外窗遮陽之多因子排列組合方式來解析因子交錯影響力，建立27組標準模型組合。其中以辦公文教集會分區之生之27組標準模型如表3-5所示。依實驗計畫法之理論，這27組樣本所代表的排列組合資訊可相當於掌握8×3×3×3=216個建築樣本的現象，亦即依此進行回歸分析所得之公式可充分掌握目前廣大建築市場的耗能狀況。

表 3-3 空間開口率與樓層高度設定

耗能特性空間分區	開口率(百分比)			樓層高度標準 (m)
	優	中	劣	
辦公文教宗教照護分區	20%	30%	40%	3.7
商場餐飲娛樂分區	20%	35%	50%	3.7
醫院診療分區	20%	30%	40%	4.0
醫院病房分區	20%	30%	40%	3.5
旅館、招待所之客房分區	20%	30%	40%	3.5
交通運輸旅客大廳分區	40%	60%	80%	5.0

(資料來源:本研究整理)

表 3-4 建築外殼熱性能水準設定

構造別	建築外殼熱性能水準分類		
	高隔熱	中隔熱	低隔熱
外牆	隔熱處理預鑄板牆 $U=1.5 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	琺瑯鋼板帷幕牆 $U=2.4 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	鋼筋混凝土牆 $U=3.78 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
屋頂	高隔熱 鋼承版屋頂 $U=0.38 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	中隔熱 隔熱拍漿粉光地坪 $U=0.75 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$	低隔熱 五腳磚油毛氈 $U=0.80 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
外窗	高遮陽 Low-E 玻璃 $U \text{ 值}=3.23 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$ $\eta \text{ 值}=0.33$	中遮陽 膠合玻璃 $U \text{ 值}=4.71 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$ $\eta \text{ 值}=0.48$	低遮陽 吸熱玻璃 $U \text{ 值}=6.07 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$ $\eta \text{ 值}=0.5$

(資料來源:本研究整理)

表 3-5 田口氏直交表產生之 27 組標準模型—以辦公文教集會分區為例

No.	方位	構造	開口率	玻璃
模型 01	E	高隔熱	40%	優
模型 02	SE	高隔熱	30%	中
模型 03	S	高隔熱	20%	劣
模型 04	SE	中隔熱	40%	優
模型 05	S	中隔熱	30%	中
模型 06	E	中隔熱	20%	劣
模型 07	S	低隔熱	40%	優
模型 08	E	低隔熱	30%	中
模型 09	SE	低隔熱	20%	劣
模型 10	SW	低隔熱	40%	劣
模型 11	W	低隔熱	30%	優
模型 12	NW	低隔熱	20%	中
模型 13	W	高隔熱	40%	劣
模型 14	NW	高隔熱	30%	優
模型 15	SW	高隔熱	20%	中
模型 16	NW	中隔熱	40%	劣
模型 17	SW	中隔熱	30%	優
模型 18	W	中隔熱	20%	中
模型 19	N	中隔熱	40%	中
模型 20	NE	中隔熱	30%	劣
模型 21	E	中隔熱	20%	優
模型 22	NE	低隔熱	40%	中
模型 23	E	低隔熱	30%	劣
模型 24	N	低隔熱	20%	優
模型 25	E	低隔熱	40%	中
模型 26	N	低隔熱	30%	劣
模型 27	NE	低隔熱	20%	優

(資料來源：本研究整理)

以上解析結果，這eQuest動態軟體模擬六類空間的外殼熱負荷佔空調負荷比例如表3-6所示，該比例約為0.136~0.502。然而這比例只是外周區的情形，若再考慮完全不受外殼影響的內部空調區，整體外殼熱負荷佔空調負荷比例可能必須折半計算，亦即為0.068~0.251。這比例是所有外殼熱流的佔比，但是外殼熱流不可能因外殼節能設計而化為零，假設外殼最大節能設計最多可減少外殼熱負荷之一

半，因此原有外殼節能指標可能對空調節能之最大貢獻也僅止於0.034~0.125而已。然而，現行空調系統節能係數EAC最大節能潛力被估計為0.5，這與原有外殼節能效相比，空調節能設計可能有外殼節能效益約有4.0~14.7倍($0.5/(0.034\sim0.125)=4.0\sim14.7$)的效益。

總之，以上解析意味著：大型中央空調型建築若無空調節能之管制，徒有管制外殼的現行ENVLOAD指標是無法有效落實節能效益的，而未來執行本研究建議的EAC管制可有現行ENVLOAD指標管制4.0~14.7倍的節能成效，這也是本研究提議對大型建築物管制空調系統節能係數EAC之原因。

表 3-6 eQuest 動態軟體模擬六類空間的外殼熱負荷佔空調負荷比例

		辦公	商場	醫院 診療	醫院 病房	旅館 客房	交通 運輸
樓層高度		3.7m	3.7m	4m	3.5m	3.5m	5m
樓層數		15	5	5	5	5	3
開窗率		30%	35%	30%	30%	30%	60%
外牆 U 值		3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78
屋頂 U 值		0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
外窗 U 值		4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71
外窗 eta 值		0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
人員密度		0.15	0.25	0.3	0.1	0.1	0.35
照明密度		13.5	29.5	12.5	10	10	17.5
營業時間		10HR	12HR	12HR	24HR	24HR	18HR
外周區面積比		69%	73%	73%	73%	73%	77%
台北	外殼顯熱/空調熱負荷	0.472	0.222	0.235	0.164	0.292	0.136
	(外殼顯熱+間隙風)/空調熱負荷	0.562	0.267	0.281	0.186	0.327	0.155
高雄	外殼顯熱/空調熱負荷	0.502	0.268	0.278	0.207	0.347	0.172
	(外殼顯熱+間隙風)/空調熱負荷	0.590	0.313	0.323	0.229	0.385	0.191

(資料來源:本研究整理)

第三節 建築外殼節能與空調節能管制效益比較分析之二

前述為以空調熱負荷為指標之節能效益分析，但該熱負荷指標究竟不是耗電量，對節能管制效益分析而言也許尚不具體。為了以耗電指標來更具體化其效益，在此進一步以eQuest動態軟體模擬建築外殼節能與空調節能變動下對耗電量的影響。

本解析以位於台中，地上18層，面積66,840m²之S大型百貨公司為實例來執行

eQuest動態軟體模擬，該建築物的室內條件情境設定如表3-7所示，營運時程設定如表3-8所示。此模擬以5台1000[RT]容積式壓縮機，COP=3.255（由於是20年以上的百貨公司，因此COP採能源局標準的7成計算）。為了解析建築外殼節能變動對實際耗電量的影響，採用無開窗、20%開窗率、40%開窗率(玻璃SC：0.6)三種情境來計算其耗電量，其模擬結果如表3-9所示。由於開窗率是外殼節能指標最敏感的因子，此開窗率由0~40%之變動幾乎是該類建築外殼節能最大變距，此變距所顯現的耗電量變動幾乎可代表此類建築物外殼節能管制最大的效益。由此表可發現大型百貨外殼節能效益非常少，儘管開窗率由0~40%變動，全年耗電量僅增0.89~1.72%，此乃驗證前述熱流理論所言：因為大型空調建築外殼熱負荷佔比小，使其外殼節能管制對實質的耗電節能效益難以發揮效益。

表 3-7 台中 S 大型百貨公司 eQuest 動態軟體模擬室內條件情境

耗能特性分區	照明密度 (W/m ²)	員密度 (人/m ²)	電器密度 (W/m ²)
百貨專櫃、名店街	24	0.2	20.0
高照明商場(精品專櫃區)	36	0.2	40.0
有生鮮商場超市	36	0.2	60.0
電影院、影城	18	1.0 ^a	5.0

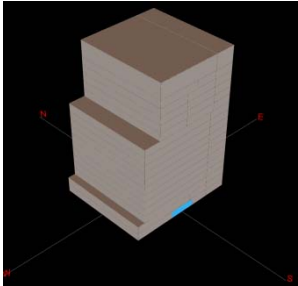
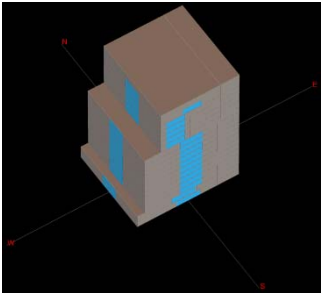
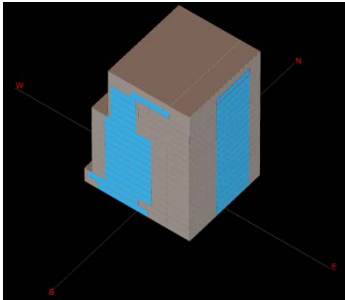
(資料來源:本研究整理)

表 3-8 台中 S 大型百貨公司 eQuest 動態軟體模擬營運時程情境

時間		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
人員逐時 負載率 Lhjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20
	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20
照明逐時 負載率 Lljk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
電器逐時 負載率 Lejk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
時間		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23
人員逐時 負載率 Lhjk	上班日	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	0	0
	休假日	50	50	100	100	100	100	50	50	50	20	0	0
照明逐時 負載率 Lljk	上班日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
	休假日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
電器逐時 負載率 Lejk	上班日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
	休假日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0

(資料來源:本研究整理)

表 3-9 eQuest 動態耗能模擬 S 百貨公司三種外殼情境之全年耗電

開窗率 0%	開窗率 20%	開窗率 40%
		
全年耗電量： 26,980,348[kWh/yr]	全年耗電量： 27,219,574kWh/yr 增加 239,226kWh(0.89%)	全年耗電量： 27,444,704kWh/yr 增加 464,356kWh(1.72%)
EUI：403.7[kWh/(m ² .yr)]	EUI：407.2 kWh/(m ² .yr) 增加 0.89%	EUI：410.6 kWh/(m ² .yr) 增加 1.72%
全年空調負荷：120,341MBTU	全年空調負荷： 121,924MBTU(增加 1.32%)	全年空調負荷： 123,304MBTU(增加 2.46%)

(資料來源:本研究整理)

接著，本研究另外再解析空調設備節能管制對實質耗電量的節電效益如下。在此同樣以前述S百貨公司的情境來模擬，開窗率固定於20%狀態，採COP=2.2785、3.255、4.2315等三種主機效率來計算該百貨公司的全年空調耗電量，結果得出32,328,794 kWh/yr、27,219,574 kWh/yr（節能15.8%）、24,839,120 kWh/yr（節能23.2%）。依此空調設備之最大節能效益23.2%，與前述建築外殼最大節能效益1.72%相比，高達13.5倍的節能管制效益。

總之，由上已一再印證:建築空調系統的節能管制效益幾乎是建築外殼節能管制效益的十倍以上，由此我們應體認:我國過去以建築外殼節能指標為主的建築節能管理體系已經完成其時代任務，今後若欲更有效落實國家整體建築節能效益，建請依本研究的建言，積極引入更有成效的EAC建築空調系統節能管制才更臻理想。

第四章 研究成果

本研究為了國家建築節能成效，本研究提議對大型建築物推動空調系統節能係數EAC之管制，其具體作法為在現有營建署「新建建築物節約能源設計標準」中增修條文，以具體提升新建建築物的節能效益。

第一節 建築空調節能管理法規條文

承襲上述結論，本研究研擬「新建建築物節約能源設計標準」中增修EAC指標的條文，同時刪除原條文第六、第七條條文，修改前後的條文對照表如下所示：

表 4-1 新建建築物節約能源設計標準增修條文對照表

修改後條文	原條文	修改理由
第一條至第三條全部保留不改變		
第四條 各類用途建築物之中央空氣調節系統主機容量比不得超過下列規定，且 <u>空調系統節能係數 EAC 不得高於零點九五。</u>	第四條 各類用途建築物之中央空氣調節系統主機容量比不得超過下列規定：	新增 EAC 指標

建築物種類	建築物類別	標準值	建築物種類	建築物類別	標準值	
瞬間可能湧入大量人潮之建築物	醫院（掛號結帳區、候診室）、百貨商場、展覽館等	一點五。	瞬間可能湧入大量人潮之建築物	醫院（掛號結帳區、候診室）、百貨商場、展覽館等	一點五。	
空調中斷將引起重大損失之特殊建物	特殊病房、電子廠房、無塵室、電腦網路中控室或設備機房、防災中心、緊急救難中心、交通車站、特殊實驗室（全外氣空調）等	主機一臺或二臺時為二點零；主機三臺至五臺時為一點七；主機六臺至八臺時為一點五；主機九臺以上時為一點三五。	空調中斷將引起重大損失之特殊建物	特殊病房、電子廠房、無塵室、電腦網路中控室或設備機房、防災中心、緊急救難中心、交通車站、特殊實驗室（全外氣空調）等	主機一臺或二臺時為二點零；主機三臺至五臺時為一點七；主機六臺至八臺時為一點五；主機九臺以上時為一點三五。	
非屬前二種類之建築物	辦公建築、旅館等	一點三五。	非屬前二種類之建築物	辦公建築、旅館等	一點三五。	
第五條 前條所稱中央空氣調節系統主機容量比，指建築物之中央空氣調節系統主機總容量與該建築空調尖峰負荷之比值；所稱 <u>空調系統節能係數 EAC</u> ，指 <u>包含主機、送風、送水之整體節約能源比例</u> 。 前項所定建築空調尖峰負荷之計算方式與 <u>空調系統節能係數</u> 如附件依據附件一與附件二計算之。			第五條 前條所稱中央空氣調節系統主機容量比，指建築物之中央空氣調節系統主機總容量與該建築空調尖峰負荷之比值。 前項所定建築空調尖峰負荷之計算方式如附件依據附件一計算之。			
本條刪除			第六條 空氣側送風系統，單一風機耗電量超過四千瓦（kW）者，其單位耗電量應符合下表規定：			本條文內容已經內含於前條
			系統種類	單位耗電量		

		(單位：千瓦/立方公尺/秒；kW/M ³ /s)	文空調系統節能係數EAC範圍，故刪除之						
	定風量送風系統	≤1.7							
	可變風量送風系統	≤2.4							
	可變風量送風系統應設部分負載控制器，在送風量為原設計風量百分之五十時，風機耗電量不得大於原設計耗電量之百分之三十。								
本條刪除	第七條 冰水泵系統總動力(不含備用)超過七點五千瓦(kW)者，其水管壓損應符合下表規定： <table><tr><td>系統種類</td><td>水管壓損 (單位：帕/公尺；Pa/m)(1Pa=N/m²)</td></tr><tr><td>定水量系統</td><td>≤400</td></tr><tr><td>可變水量系統</td><td>≤400</td></tr></table> 可變水量系統應設可變水量控制器，在設計送水量百分之五十時，其水泵耗電量不得大於全載之百分之三十。		系統種類	水管壓損 (單位：帕/公尺；Pa/m)(1Pa=N/m ²)	定水量系統	≤400	可變水量系統	≤400	本條文內容已經內含於前條文空調系統節能係數EAC範圍，故刪除之
系統種類	水管壓損 (單位：帕/公尺；Pa/m)(1Pa=N/m ²)								
定水量系統	≤400								
可變水量系統	≤400								
第六條 本標準自中華民國◎年◎月◎日施行。	第八條 本標準自中華民國◎年◎月◎日施行。	條文排序修改							

(資料來源:本研究整理)

前述第五條所述附件一與附件二分別列於本附錄四與附錄五。前述第六條、第七條條文被刪除的原因在於該兩條條文的內容已經包含於本次第四條條文新增「空調系統節能係數EAC」指標之管制範圍，不必重複規範，故刪除之。

第二節 EAC 指標計算技術規範

空調系統節能係數EAC值以(1)鼓勵高效率之主機、送水、送風系統、(2)獎勵空調節能技術等，兩項因子之加權評估法來進行。詳細空調系統節能係數EAC值計算法請見附錄四、五。

第三節 EAC 指標行政審查建議方案

前述「新建建築物節約能源設計標準」修改條文完成之後，為了將EAC設計落實於營建署建管體系，應修改內政部85年6月22日公告之「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目（（85）內營字第八五〇三九〇六號函）」，其中在第二條增列具中央空氣調節系統且容積總樓地板面積達二千平方公尺以上之新建建築物為簽證對象，且在第三條增列第三款第11項「依據”新建建築物節約能源設計標準”進行空調系統設計」，其他項目不變。修改後內容如下：

- 一、依據建築物結構與設備專業工程技師簽證規則第五條規定辦理。
- 二、六層以上或供公眾使用建築物敷設空氣調節設備專業工程，或具中央空氣調節系統且容積總樓地板面積達二千平方公尺以上之新建建築物者，依本簽證項目辦理。
- 三、專業技師辦理建築物空氣調節設備專業工程簽證時，其簽證項目如下：
 - （一）空調負荷計算書。
 - （二）空調工程系統規劃設計圖說。
 1. 空調外氣室內設計條件之訂定。
 2. 各類空調系統之評估與選定。
 3. 各類建築空調需求之對策方案。
 4. 空調工程規劃系統概要。
 5. 空調系統流程圖、機房配置圖之設計。
 6. 空調風管工程計算、配置及圖面之設計。
 7. 空調水管工程計算、配置及圖面之設計。
 8. 空調自動控制及能源管理工程之功能規劃系統選定及圖面設計
 9. 建築物室內空氣品質計畫及設計。
 10. 空調系統震動及噪音防治設計。
 11. 具中央空氣調節系統且容積總樓地板面積達二千平方公尺以上之新建建築物者，依據”新建建築物節約能源設計標準”進行空調系統設計。
 - （三）空調工程設備規範及施工說明書。
 1. 空調工程之設計性能及室外與室內設計條件。
 2. 空調工程選定設備之詳細功能及構造規範。
 3. 空調工程之設備、風管、水管、自動控制及其他現場施工相關需求、規定或參考。

第五章 結論與建議

第一節 結論

基於上述研究成果，本研究為了國家建築節能成效，本研究提議對大型建築物推動空調系統節能係數EAC之管制，其具體作法為在現有營建署「新建建築物節約能源設計標準」中增修條文，以具體提升新建建築物的節能效益。此EAC指標相當於表2-3所示的日本CEC/AC指標，是目前全球最明確簡單的空調節能指標。

承上，本研究已完成本計畫所有包含

1. 研擬建築空調節能管理法規條文
2. 研擬 EAC 指標計算技術規範
3. 研擬 EAC 指標行政審查建議方案

第二節 建議

由於建築空調設備在建築執照管理上牽涉空調技師簽證、變更設計與執照圖面要求之問題，預期會招來一些障礙，因此本計畫必須涵蓋以下議題之研究，方能順利排除障礙而完成必要法制化工作。本研究提出在「新建建築物節約能源設計標準」中增修條文的有利因素如下：

1. EAC 指標在綠建築標章中已實施多年，推行無誤且贏得建築與空調業界之信賴，預計可被圓滿接受而減少法制化之障礙。
2. EAC 指標所有計算方法、程序在綠建築評估手冊中均已完備，很容易轉化成可被信賴的建築技術規則之技術規範。
3. EAC 指標已由空調技師執行多年，第三機關協助 EAC 審查之制度已成形，對未來在建照審查行政上有莫大助益。

本計畫提出以下建議：

建議一

建議續進行「非住宅類建築物能源計算標準與標示法」相關研究，以作為未來綠建築標章中規劃納入包含 EAC 指標之能源標示制度參考與依據：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議內容：

本研究雖建議將 EAC 納入「新建建築物節約能源設計標準」，但由於行政作業與統合業界意見尚需時日，短期內更有效方法為先由綠建築標章中執行以 EAC 變數作為建築能源標示的方法。本研究建議可續進行「非住宅類建築物能源計算標準與標示法」相關研究，以作為未來綠建築標章納入包含 EAC 指標之能源標示制度同步執行依據，並供日後以自願方式執行 EAC 管制之策略，同時可導入能源標示制度以有效落實管制住商能源節約之政策。

建議二

建議進行「新建建築物節約能源設計標準」條文增修，納入中央空調系統（EAC 指標）設計基準，與修訂「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目」，以利落實建築空調設備系統節能與管制：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、經濟部能源局、空調技師公會

建議內容：

本研究已完成新建建築物中央空調系統（EAC 指標）設計基準，建議會同相關單位於「新建建築物節約能源設計標準」中增修 EAC 指標條文，相關(草案)增修訂條文對照表如本研究報告第 4 章第 1 節所示。同時建議修訂內政部 85 年 6

月 22 日（85）內營字第八五〇三九〇六號函公告之「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目」，納入建築空調設備系統節約能源 EAC 設計內容，以利落實建築空調設備系統節能與管制。

附錄一 歷屆工作會議記錄

國立成功大學「建築空調節能基準法制化可行性研究」專家座談會

壹、時間：2019 年 5 月 17 日下午 3 時 30 分

地點：內政部建築研究所討論室(一)

主席：林憲德教授

記錄：黃詠琦

出席人員：詳簽到表

貳、議程：

一、主席報告

空調設備為綠建築中節能效果最顯著的一環，在現有施行”新建建築物節約能源設計標準”的基礎上增修條文，EAC 法制化將可因勢利導。

二、與會專家座談

1. 現階段新建建築物節約能源設計標準因條文的編修而暫緩施行。
2. 建議增修新建建築物節約能源設計標準，並另擬 EAC 指標計算的技術規範
3. 技術面之規範先訂定完成，後續行政流程與審查制度可再研議。

三、主席結論

1. EAC 指標計算的技術規範先訂定完成。
2. 審查方式未來將懇請專家提供寶貴的意見。

四、散會。

國立成功大學「建築空調節能基準法制化可行性研究」專家座談會

簽到單

一、時間：108 年 5 月 17 日（星期五）下午 3 時 30 分

二、地點：內政部建築研究所討論室（一）

（新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓）

三、主持人：林憲德教授 林憲德 記錄：黃詠琦

四、出席人員：

• 台北市冷凍空調技師公會

• 台北市建築師公會

• 周瑞法技師

• 施繼昌理事長

• 張矩墉建築師

• 黃克修技師

• 楊欽富董事長

• 蔡耀賢教授

蔡仁毅

• 周澤亞研究員

• 高文婷組長

• 陳清茂科長

• 黃秀莊理事長

• 鄭宜平理事長

周澤亞

陳清茂

鄭宜平

五、列席人員：

• 內政部建築研究所

羅時慶

林招博

• 李魁鵬教授

李魁鵬

• 黃國倉教授

黃國倉

國立成功大學「建築空調節能基準法制化可行性研究」第 2 次專家座談會

壹、時間：2019 年 10 月 8 日下午 3 時

地點：綜合科館 418 室

(台北市忠孝東路三段一號台北科技大學能源與冷凍空調工程系)

主席：林憲德教授

記錄：吳麗真

出席人員：詳簽到表

貳、議程：

一、主席報告

為了國家建築節能成效，本研究提議對大型建築物推動空調系統節能係數 EAC 之管制，其具體作法為在現有營建署「新建建築物節約能源設計標準」中增修條文，以具體提升新建建築物的節能效益，並針對專業技師辦理簽證項目進行討論。

1. 新建建築物節約能源設計標準增修建議
2. 建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目。

二、與會專家座談

1. 按照綠建築規定辦理，落實 EAC 計算，即可以替代”新建建築物節約能源設計標準”第 6~7 條規定。
2. 未來是否可以召開空調節能會議，再去修正或界定細節要求項目，然目前依據空調系統節能係數 EAC 設計，可以涵蓋大部分設計案。

三、主席結論

1. 現有施行”新建建築物節約能源設計標準”條文內，建議刪除第 6~7 條。
2. 建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目內，第三條第二項下新增第 11 點依據”新建建築物節約能源設計標準”進行空調系統設計。

四、散會。

國立成功大學「建築空調節能基準法制化可行性研究」第2次專家座談會

簽到單

一、時間：108年10月8日（星期二）下午3時00分

二、地點：綜合科館418室

（台北市忠孝東路三段一號台北科技大學能源與冷凍空調工程系）

三、主持人：林憲德教授 林憲德 記錄：吳麗真

四、出席人員：

內政部建築研究所	羅時麒組長	<u>羅時麒</u>
內政部建築研究所	林招焯副研究員	<u>林招焯</u>
冠呈能源環控有限公司	王獻堂理事長	<u>王獻堂</u>
高雄市冷凍空調技師公會	何宗岳理事	<u>何宗岳</u>
台灣省冷凍空調技師公會	吳建興理事長	<u>吳建興</u>
台北科技大學能源與冷凍空調工程系	李魁鵬教授	<u>李魁鵬</u>
大群環控系統股份有限公司	施繼昌理事長	<u>施繼昌</u>
台北市冷凍空調技師公會	許祐峰理事長	<u>許祐峰</u>
中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會	陳匯中常務理事	<u>陳匯中</u>
國立成功大學建築系	潘振宇教授	<u>潘振宇</u>

附錄二 期中審查意見與回應

一、時間：108 年 7 月 5 日(星期五)上午 9 時 30 分 整

二、地點：本所簡報室

建議	回覆
羅組長時麒： 1. 依據環保署溫室氣體減量及管理法，住商部門溫室氣體排放管制行動方案，經濟部能源局能源轉型白皮書，要求強化建築物節約能源相關法規，落實建築節能設計及近零能源建築等政策。 2. 本案修訂「新建建築物節約能源設計標準」，因涉及營建署業務，後續建築技術規則設備篇增訂空調節能設計配套措施亦需一併討論。	1. 遵照辦理 2. 遵照辦理
鄭理事長宜平： 1. P. 9 敘述 EAC 指標宜詳述(對照美國、歐盟、日本而言，本國部份較少描述)。 2. P. 9 美國「能源成本分析法」與 P. 119 美國「能源成本法」宜統一敘述。 3. P. 10 日本「一次耗能指標法」與 P. 11 日本「一次能源耗耗量基準法」及「一次能源消耗量指標」宜統一敘述。 4. P. 13 第三章研究方法的結論與 EAC 指標有何關連？ 5. P. 23 EAC 指標很容易轉化成建築技術規則之技術規範，經查技術規則第 298 調亦僅規範建築物外殼節約能源，並無空調部分，因此法源上會有疑義。 6. 目前空調技師在建照執照內均以「建築物空氣調節設備專業工程部	1. 將於期末加強敘述 2. 遵照辦理 3. 遵照辦理 4. 將於期末加強敘述 5. 將採既有空調技師簽證制度方式處理，無法源上疑慮。 6. 遵照辦理 7. 遵照辦理

分專業技師辦理簽證項目」方式辦理，採簽證制度並無審查，建議將 EAC 項目納入此辦法中。 7. P.19 表 3-4，$u=3.78>3.5$，請修正。	
陳委員瑞鈴 1. 圖 3-2 各類建築與節能方向差異之示意圖，顯示鄉村住宅及集合住宅 ENVLOAD 節能潛力偏高。但根據研究顯示，住宅耗能係以電氣設備約佔一半為最高，其次是空調，在其次是照明。而事實上，耗能的電器設備之發散熱，一般比不耗能者更高，間接亦增加室內之熱負荷量，這 50%電器設備耗能的影響不容忽視，建議納入考量。 2. 報告書部分錯漏字，請修正。	1. 電氣設備發熱量均須納入空調負荷計算內，該發熱量會反映在設備量上，亦即已被納入 EAC 指標因素之內。本次 EAC 只針對 2000m² 以上公共建築物，住宅類不包含在內。 2. 遵照指示修正
柯教授佑沛： 1. 報告末建議 EAC 標準為 0.9，因為綠建築評估手冊 2019 年版對 EAC 的評分數值相對以往有大幅變動，因此報告中最好附上 EAC 的評分表。	1. 未來在期末將會附上。
高組長文婷： 1. 本案主要目的是要針對 102.6.19 由內、經兩部會銜發布之"新建建築物節約能源設計標準"加以修編，使實具效益。 2. 建議參酌內政部及公程會會銜發布之"空氣調節簽證項目"作必要之增修。 3. 建議比照綠建築方式，採用簽證→委外抽查→要求變更設計→列管完成"方式管理。	1. 遵照辦理 2. 遵照辦理 3. 遵照辦理
周理事長瑞法： 1. 依據結論與建議： 並未討論該設計標準行政審查制	1. 未來將採技師簽證制，以抽查方式管理。

度，建議期末報告可提行政審查本標準之可行性、公正性及嚴謹度。 2. 現有綠建築標章審查EAC只重書面查閱，對於節能技術，是否確實有功能在現場沒有時間查核。 3. 依此標準如要申請EAC，不申請綠建築標章，行政程序應如何修改？	2. 比照綠建築標章方式處理，先以簽證方式處理。 3. 未來將只在"空氣調節簽證項目"內處理，與綠建築標章無必要關係。
---	---

附錄三 期末審查意見與回應

一、時間：108 年 10 月 28 日(星期一)下午 2 時 30 分 整

二、地點：本所簡報室

建議	回覆
高組長文婷(陳科長清茂代理): - 研究成果提出之修正條文內容明確。未來依溫減法之減碳目標確實具挑戰性，因應前述需求，本案研究成果與相關措施可供後續應用與管制。 - 本年度建築技術規則 EAC 標準有調整修正，修正後內容與綠建築標章之 EAC 標準是否相同，或因兩者之目的不同應保持性能落差，請研究團隊補充說明。 - 未來於空調技師簽證措施部分，是否採目前建築管理方式作法，或參採消防、電力等其他建築設備作法另訂規定，建請補充國外相關作法機制及其權責單位等參考文獻，以供參考。 - 本研究研提相關措施預估可達成之節能效益，建議可再簡化呈現說明。 - 相關修正條文文字內容格式，請研究團隊依法制規定辦理研擬。	- 謝謝指導。 - 本研究屬強制法規，EAC 應比綠建築標章規定寬鬆，因此本研究的 EAC 標準應調整為 0.95 才好(詳報告 P25) - 建築設備節能法令管制若在營建署法條內即屬建管範圍，至於查驗抽查或委託第三機管關審查則屬政府行政考量執行即可。本研究屬技術與規範研究，行政執行面難以越廚代庖。 - 本研究已明確得出針對 2000 m² 以上建築物執行 EAC 節能管制為現行建築外殼指標管制節能成效十倍以上效益。(詳報告 P28) - 將依格式遵照辦理(詳報告 P25)
黃教授瑞隆： - 計畫建議採用之 EAC 評估指標屬性能式規定，其允許空調系統的整體效率在熱源、送水和送風系統效率間進行互換，為一可行的建議。 - 原「新建建築物節約能源設計標準」條文內容，係採分別對熱源、送水和送風系統之效率進行規範，屬條例式規定。因條例式規定較簡易便	- EAC 指標已經包含送水和送風系統效率，建議統一採 EAC 指標即可。(詳報告 P26) - 本法條經空調技師相關公會取得共識而得，被認為建築法規應有一致標準，為了避免疊床架屋或寬嚴不一，還是採單一性能式指標為宜。

民，國際上常採性能式和條例式規定並存方式，如因無法符合條例式規定時，才採用較複雜之性能式規定，故建議不要貿然取消現有之條例式規定條文內容。	
陳委員瑞鈴： 有關「新建建築物節約能源設計標準」修訂條文第五條第二項，建議文字修訂為「空調系統節能效率 EAC 與建築空調尖峰負荷之計算方式，依附件一與附件二計算之」，亦可考慮另列乙條(第六條)。另附錄四與附錄五之標題名稱應與條文相對應。	遵照辦理(詳報告 P26)
鄭教授政利(蔡教授耀賢代理)： - 研究如期如質完成，符合預期成果，建議通過。 - 建議後續延伸至能源標示制度，以作為未來發展 ZEB(Zero Energy Building)、ZEH(Zero Energy House)的基礎。	- 謝謝指教。 - 建請建研所參考推動。
鄭理事長宜平： - 報告書 P. 2 請取消表 1-1 之文字。 - 報告書 P. 25 之條文修正表格，建議表格格式可採修正後、修正前與說明等 3 欄位方式配置，並於欄位中敘明修正之緣由。 - 報告書 P. 26 表格中第 5 條內容，於原條文及修改後條文欄位中，皆有附件一，但前者係為原條文之附件(即報告書附錄四)，後者為修正後條文之附件(即報告書附錄三)，易生混淆，建議於文中清楚敘明。 - 報告書 P. 27 中，「建築物空氣調節設備專業工程部分專業技師辦理簽證項目」適用範圍為 6 層以上或供公眾使用建築物敷設空氣調節設備專業工程者，須依該簽證項目辦	- 遵照辦理(詳報告 P3) - 遵照辦理(詳報告 P25) - 遵照辦理(詳報告 P27) - 將修正簽證項目寫法，另立面積大於 2000 m²建物之簽證項目(詳報告 P28) - 遵照辦理(詳報告 P54)

理，而「新建建築物節約能源設計標準」僅適用於新建建築物且面積大於 2000 m^2 之建物，兩者對象不同是否可適用同一標準，建議檢討補充。 5. 報告書 P. 41 之 EAC 計算公式(1)似乎漏列 R_s、R_f、R_p、R_t 等參數，建議補充。	
周理事長瑞法： 1. 對如何在申請建照時做到空調技師簽證及審查制度應再詳加研究；建議方式可採在建築師公會申請建照執照時協助列入申請項目中，由空調技師公會協助審查，另竣工查驗與使用執照申請階段之執行細節則應再加以研討。	1. 謝謝建議，此為建管行政策施，建請營建署參考執行。(詳報告 P30)
經濟部能源局(林副理琦翔)： 1. 建議本研究可採用實際建築案例來說明空調節能效益，以利非空調專業領域之讀者能容易瞭解。	1. EAC 指標乃空調專業項目，該 EAC 之數值即為節能效益，若 EAC 為 0.9 或 0.6 即為空調節能 10% 或 40%，應在行政上加強宣導。
中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會(陳常務理事匯中)： 1. 本研究案成果對國內建築空調設計及使用管理具有良好節能效益，但後續法規條文修改及未來管理辦法需要內政部營建署及經濟部能源局鼎力支持。 2. 針對既有建築物之空調節能管理方案部分，建議未來可持續研究探討。	1. 日後期待請營建署會同能源局協調修改條文並共同發佈執行。(詳報告 P30) 2. 謝謝建議，此為建管行政策施，建請營建署參考執行。(詳報告 P30)
羅組長時麒： 1. 目前本所新版綠建築評估手冊(2019 年版)預計於 11 月公告，未來預計配合建築技術規則於 2019 年 1 月 1 日實施；因以往標章之性能要求皆高於建築法規且屬自願性申請，但本案	1. 本研究 EAC 屬強制法規，EAC 應比綠建築標章規定寬鬆，因此本研究將修正 EAC 標準為 0.95 才好。(詳報告 P25)

EAC 評估指標值如納入法規則具強制性質，考量標準過高不利未來法規推行，建議宜檢討修正。	
--	--

附錄四 建築空調尖峰負荷之標準計算方式

一、空調尖峰負荷計算方法與計算軟體：

空調負荷計算方法依下列之冷房等效溫差及因子法 (Cooling load temperature difference/cooling load factor, CLTD/CLF)、全等效溫差時間平均法 (Total equivalent temperature difference/time averaging, TETD/TA)、轉移函數法(Transfer function method, TFM)、輻射時間級數法(Radiant time series, RTS)或熱平衡法(Heat balance)五種方法擇一，以進行空間熱負荷計算。計算所使用軟體應具有逐時計算之功能，並以計算結果負荷最高時段之空調負荷為空調尖峰負荷，計算空間熱負荷需輸入下款所列參數。

二、空調負荷計算之輸入參數值：

- (一)室內環境條件設定及室內熱負荷計算輸入參數如附表。
- (二)室外環境條件需要之氣象數據，應依照建築物所在地中央氣象局之氣象數據作為輸入值，或依所屬氣候分區之代表城市(臺北、臺中、高雄)中央氣象局之氣象數據作為輸入值，臺灣氣候分區(分為北部、中部、南部氣候區)參照建築技術規則第三百零八條。
- (三)經由開口(門、窗)玻璃、外牆、屋頂等建築外殼之室內熱傳透輸入參數，應依照建築設計壁體之實際構造依序輸入各層材料性質，各層材料性質依照建築技術規則建築外殼耗能等相關法規辦理。

附表 空調尖峰負荷計算之室內環境設計條件與室內熱負荷輸入參數值

建築物種類	建築物類別	空間用途	室內溫度設定 ℃	室內相對濕度 %RH	外氣量 (註1) (1/s/人)	人員密度 (m ² /人)	照明密度 (W/m ²)	事務機器密度 (W/m ²)	逐時負荷變動率(附表S1-S12)
瞬間可能湧入大量人潮之建築物	醫院	掛號結帳區、候診室	24-26	40-60	8	2	20	(註2)	S9
	百貨商場	賣場	24-26	40-60	8	2	25	(註2)	S9
	展覽館	展覽室	24-26	40-60	8	依需求	25	(註2)	S9
空調中斷將引起重大損失之特殊建築	特殊病房	加護病房、隔離病房	22-24	30-60	8	5	20	(註2)	S12
	電子廠房	電子廠房	22-26	30-60	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
	無塵室	無塵室	22-24	30-60	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
	電腦網路	資訊機房	22-24	50-60	8	10-15	16	(註2)	S12

建築空調節能基準法制化可行性研究

建築物	中控室或設備機房								
	防災中心或緊急救難中心	防災中心或緊急救難中心	24-26	50-60	8-10	5	20	依需求	S12
	交通車站	交通車站	24-26	50-70	依需求	依需求	16	依需求	依需求
	特殊實驗室(全外氣空調)	特殊實驗室	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
非屬前二種類之建築物	辦公建築	辦公室	24-26	50-60	8.5	5	20	25	S1
		會議室	24-26	40-60	8	2.5	20	10	S2
		大廳	24-26	40-60	1(1/s/m ²)	10	15	(註2)	S4
		通道走廊	26	50-60	5.5	33	15	(註2)	S4
	旅館	客房	24-26	50-60	5.5	14.3	15	4	S5
		宴會廳	24-26	40-60	10	1	20	12	S6
		餐廳	24-26	40-60	10	2	20	(註2)	S3
		接待大廳	24-26	40-60	1(1/s/m ²)	10	15	(註2)	S7
		酒吧、咖啡廳	24-26	50-60	15	3.3	15	(註2)	S8
	學校	教室	24-26	50-60	8	2	20	10	S1
		圖書館	24-26	50-60	8	5	20	10	S9
	醫院	病房	24-26	50-60	8(1/s/床)	10	12	3	S10
		診療室	24-26	50-60	8	5	20	6	S11
	未明列於上述類別之其他類別建築	未明列於上述空間用途之其他類空間用途(註3)	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求	依需求
*註： 1. 附表之外氣量為最小外氣量。 2. 同一建築類別不同種類及規模之場所使用事務機器密差異大，輸入數值應依照設計使用之事務機器密度設定之。 3. 建築物類別中未列舉之空間用途(例如醫院行政辦公空間用途)得應用不同類別建築之相同空間用途(辦公建築類別辦公室空間用途)之輸入參數。									

附表 S1：辦公室等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時刻	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	事務機器密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時刻	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	事務機器密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0.05	0	0.05	12-13	1	1	1	1
01-02	0	0.05	0	0.05	13-14	1	1	1	1
02-03	0	0.05	0	0.05	14-15	1	1	1	1
03-04	0	0.05	0	0.05	15-16	1	1	1	1
04-05	0	0.05	0	0.05	16-17	0.5	1	0.5	0.5
05-06	0	0.05	0	0.05	17-18	0.3	0.5	0.3	0.3
06-07	0	0.05	0	0.05	18-19	0	0.5	0	0
07-08	0	0.05	0	0.05	19-20	0	0.05	0	0
08-09	1	1	1	1	20-21	0	0.05	0	0
09-10	1	1	1	1	21-22	0	0.05	0	0
10-11	1	1	1	1	22-23	0	0	0	0
11-12	1	1	1	1	23-24	0	0	0	0

附表 S2：會議室等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時刻	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	事務機器密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時刻	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	事務機器密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0	0	0	12-13	0	0	0	0
01-02	0	0	0	0	13-14	0	0	0	0
02-03	0	0	0	0	14-15	1	1	1	1
03-04	0	0	0	0	15-16	1	1	1	1
04-05	0	0	0	0	16-17	1	1	1	1
05-06	0	0	0	0	17-18	0	0	0	0
06-07	0	0	0	0	18-19	0	0	0	0
07-08	0	0	0	0	19-20	0	0	0	0
08-09	0	0	0	0	20-21	0	0	0	0
09-10	1	1	1	1	21-22	0	0	0	0
10-11	1	1	1	1	22-23	0	0	0	0
11-12	1	1	1	1	23-24	0	0	0	0

附表 S3：餐廳等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0	0	12-13	1	1	1
01-02	0	0	0	13-14	0	1	0
02-03	0	0	0	14-15	0	0	0
03-04	0	0	0	15-16	0	0	0
04-05	0	0	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0	0	18-19	1	1	1
07-08	0.5	1	0.5	19-20	1	1	1
08-09	0.5	1	0.5	20-21	0	1	0
09-10	0	1	0	21-22	0	0	0
10-11	0	1	0	22-23	0	0	0
11-12	1	1	1	23-24	0	0	0

附表 S4：大廳、通道走廊等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0.5	0	12-13	1	1	1
01-02	0	0.5	0	13-14	1	1	1
02-03	0	0.5	0	14-15	1	1	1
03-04	0	0.5	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0.5	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0.5	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0.5	0	18-19	1	1	1
07-08	0	0.5	0	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	0	0.5	0
09-10	1	1	1	21-22	0	0.5	0
10-11	1	1	1	22-23	0	0.5	0
11-12	1	1	1	23-24	0	0.5	0

附表 S5：旅館客房等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	1	0	0	12-13	0	0	0
01-02	1	0	0	13-14	0	0	0
02-03	1	0	0	14-15	0	0	0
03-04	1	0	0	15-16	0	0	0
04-05	1	0	0	16-17	0	0	0
05-06	1	0	0	17-18	0.5	0.5	0.5
06-07	1	0	0	18-19	1	1	1
07-08	1	0.5	1	19-20	1	1	1
08-09	0.5	0.5	1	20-21	1	1	1
09-10	0.5	0.5	1	21-22	1	1	1
10-11	0	0	0	22-23	1	1	1
11-12	1	1	1	23-24	0	0	0

附表 S6：旅館宴會廳等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0	0	12-13	0	0	0
01-02	0	0	0	13-14	0	0	0
02-03	0	0	0	14-15	0	0	0
03-04	0	0	0	15-16	0	0	0
04-05	0	0	0	16-17	0.7	1	1
05-06	0	0	0	17-18	0.7	1	1
06-07	0	0	0	18-19	0.7	1	1
07-08	0	0	0	19-20	0.7	1	1
08-09	0	0	0	20-21	0.7	1	1
09-10	0	0	0	21-22	0	0	0
10-11	0	0	0	22-23	0	0	0
11-12	0	0	0	23-24	0	0	0

附表 S7：旅館大廳等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0.2	0	12-13	0.2	1	0.2
01-02	0	0.2	0	13-14	0.2	1	0.2
02-03	0	0.2	0	14-15	0.2	1	0.2
03-04	0	0.2	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0.2	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0.2	0	17-18	1	1	1
06-07	1	1	1	18-19	1	1	1
07-08	1	1	1	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	0.2	1	0.2
09-10	1	1	1	21-22	0.2	1	0.2
10-11	0.2	1	0.2	22-23	0.2	1	0.2
11-12	0.2	1	0.2	23-24	0.2	0.2	0.2

附表 S8：旅館酒吧咖啡廳等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0.5	1	0.5	12-13	1	1	1
01-02	0	0	0	13-14	1	1	1
02-03	0	0	0	14-15	1	1	1
03-04	0	0	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0.5	0.5	18-19	1	1	1
07-08	1	1	1	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	1	1	1
09-10	1	1	1	21-22	1	1	1
10-11	1	1	1	22-23	1	1	1
11-12	1	1	1	23-24	1	1	1

附表 S9：百貨商場等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0	0	12-13	1	1	1
01-02	0	0	0	13-14	1	1	1
02-03	0	0	0	14-15	1	1	1
03-04	0	0	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0	0	18-19	1	1	1
07-08	0	0	0	19-20	1	1	1
08-09	0	0.3	0	20-21	1	1	1
09-10	0.3	0.3	0.3	21-22	0.8	1	0.8
10-11	0.8	1	0.8	22-23	0	0.3	0
11-12	1	1	1	23-24	0	0	0

附表 S10：醫院病房等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	1	0	0.5	12-13	1	1	1
01-02	1	0	0.5	13-14	1	1	1
02-03	1	0	0.5	14-15	1	1	1
03-04	1	0	0.5	15-16	1	1	1
04-05	1	0	0.5	16-17	1	1	1
05-06	1	0	0.5	17-18	1	1	1
06-07	1	1	1	18-19	1	1	1
07-08	1	1	1	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	1	1	1
09-10	1	1	1	21-22	1	0.5	0.5
10-11	1	1	1	22-23	1	0.5	0.5
11-12	1	1	1	23-24	1	0.5	0.5

附表 S11：醫院診療室等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	0	0	0	12-13	0.5	0.5	0.5
01-02	0	0	0	13-14	1	1	1
02-03	0	0	0	14-15	1	1	1
03-04	0	0	0	15-16	1	1	1
04-05	0	0	0	16-17	1	1	1
05-06	0	0	0	17-18	1	1	1
06-07	0	0	0	18-19	1	1	1
07-08	0	1	1	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	1	1	1
09-10	1	1	1	21-22	0	0.5	0.5
10-11	1	1	1	22-23	0	0	0
11-12	1	1	1	23-24	0	0	0

附表 S12：醫院加護病房等室內熱負荷對應之逐時負荷變動率

項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率	項目 時間	人員密度 負荷率	照明密度 負荷率	外氣量 負荷率
00-01	1	1	1	12-13	1	1	1
01-02	1	1	1	13-14	1	1	1
02-03	1	1	1	14-15	1	1	1
03-04	1	1	1	15-16	1	1	1
04-05	1	1	1	16-17	1	1	1
05-06	1	1	1	17-18	1	1	1
06-07	1	1	1	18-19	1	1	1
07-08	1	1	1	19-20	1	1	1
08-09	1	1	1	20-21	1	1	1
09-10	1	1	1	21-22	1	1	1
10-11	1	1	1	22-23	1	1	1
11-12	1	1	1	23-24	1	1	1

附錄五 空調系統節能係數 EAC 值計算法

空調系統節能係數EAC值以（1）鼓勵高效率之主機、送水、送風系統、（2）獎勵空調節能技術等，兩項因子之加權評估法來進行，其合格判斷必須同時滿足公式1之規定：

$$\begin{aligned} \text{EAC} = & \{ \text{PRs} \times [\Sigma(\text{HCi} \times \text{COPci}) / \Sigma(\text{HCi} \times \text{COPi})] \\ & + \text{PRf} \times [\Sigma(\text{Pfi}) / \Sigma(\text{PFci})] \\ & + \text{PRp} \times [\Sigma(\text{Ppi}) / \Sigma(\text{PPci})] \\ & + \text{PRt} \} \times R \leq 0.9 \end{aligned} \quad (1)$$

式1中各系統節能優惠之節能效率計算公式如下：

$$\begin{aligned} R = & 1 - (\text{Rs} + \text{Rf} + \text{Rp} + \text{Rt} + \text{Rm}) \quad (2) \\ \text{Rs} = & \Sigma(\alpha_j \times r_j) \quad (3, \text{見表5}) \\ \text{Rf} = & \Sigma(\alpha_7 \times r_7) \quad (4, \text{見表5}) \\ \text{Rp} = & \Sigma(\alpha_8 \times r_8 + \alpha_9 \times r_9) \quad (5, \text{見5}) \\ \text{Rt} = & \Sigma(\alpha_{10} \times r_{10}) \quad (6, \text{見表5}) \\ \text{Rm} = & \Sigma \beta_k \quad (7, \text{見表5}) \end{aligned}$$

式1中各系統設計功率比之計算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{PRs} = & \text{Ps} \div (\text{Ps} + \text{Pf} + \text{Pp} + \text{Pt}) \quad (8) \\ \text{PRf} = & \text{Pf} \div (\text{Ps} + \text{Pf} + \text{Pp} + \text{Pt}) \quad (9) \\ \text{PRp} = & \text{Pp} \div (\text{Ps} + \text{Pf} + \text{Pp} + \text{Pt}) \quad (10) \\ \text{PRt} = & \text{Pt} \div (\text{Ps} + \text{Pf} + \text{Pp} + \text{Pt}) \quad (11) \end{aligned}$$

式1中各系統設計之耗電基準公式如下：

$$\begin{aligned} \text{PPci} = & \text{PPci-c} + \text{PPci-h} \quad (12) \\ \text{PPci-c} = & 0.698 \times \text{SWci} \quad (13) \\ \text{PPci-h} = & 0.372 \times \text{SWhi} \quad (14) \end{aligned}$$

$$\text{PFci} = \text{PWi} / \text{FMe}, \text{若送風系統為小型送風機(FCU)或分離式室內機則令FMe} = 1 \quad (15)$$

其中

$$\text{空調箱系統PWi} = \text{SAi} \times 0.0021 + A$$

$$\text{隱藏式小型送風機(FCU) PWi} = \text{SAi} \times 0.000841$$

$$\text{露明式小型送風機(FCU) PWi} = \text{SAi} \times 0.000663$$

$$\text{隱藏式分離式室內機 PWi} = \text{SAi} \times 0.000448$$

$$\text{露明式分離式室內機 PWi} = \text{SAi} \times 0.000194 \quad (16)$$

其中

$$A = \Sigma (PD \times Fd / 650000) \text{ ----- (17)}$$

其中

EAC：空調系統節能係數，無單位，所有主機總容量 ≤ 50 USRT時免檢討。COPci=主機效率標準，冰水主機採用表1，可以選擇採用全載主機性能係數(COP)或整合式部份負載效率(IPLV)任一方法作為效率評比之基準；惟採用IPLV評比者，設計主機之全載主機性能係數(COP)不可低於該表所列之基準值。離心式冰水主機可依據不同冰水、冷卻水溫度需求條件，採用ASHRAE Std. 90.1-2016年版之6.4.1.2節計算主機效率標準。無風管空氣調節機及搭配接風管型室內機之VRF則採用表2 CSPF能源效率分級基準表，採CSPF二級底標為基準。對於政府沒有相關公告效率標準之特殊空調者，以廠測值為準。

COPi=依據表1~2所示效率標準之測試條件所測得之主機設計效率，無單位。離心式冰水主機設計效率之測試條件應與COPci相同。接風管型及無風管型之VRF皆採用送驗之無風管型系統CSPF值。14kW以上VRF空調機系統應再依據現場實際安裝狀況與公告之效率標準條件，計算管路損失，經考量壓降損失修正計算後之真實CSPF值。組合式VRF空調機系統，必須列出各組合機之獨立壓損計算及真實CSPF值，再加權組合計算。

PRs、PRf、PRp、PRt：熱源系統、送風系統、送水系統、冷卻水塔系統設計功率比，無單位
Rs、Rf、Rp、Rt：熱源系統、送風系統、送水系統、冷卻水塔節能優惠之節能效率，無單位，由公式3~6求得 Ps、Pf、Pp、Pt：熱源系統、送風系統、送水系統、冷卻水塔系統之設計功率 (kW) PFi=各空調系統設計之風機總耗電 (kW)

PFci：各空調系統設計之風機總耗電基準 (kW) (包含送風機、回風機、排風機、終端風機) (見上式15) PPi=各送水系統設計之耗電 (kW)

PPci-c、PPci-h =冰水系統、冷卻水系統設計之耗電基準 (kW) (見上式12)

Rm：其他總系統節能效率，無單位，由式7求得

i：冰水主機參數，無單位

j：空調節能技術參數，無單位 k：其他總系統節能技術參數，無單位

$\alpha 1 \sim \alpha 10$ ：空調節能技術效率標準，取自表5。 $\beta 1 \sim \beta 5$ ：其他總系統節能技術效率標準，無單位，取自表5

r1~r10：空調節能技術採用率，其計算方式請參見表2-4.10之『要求條件及送審設計圖說』欄位之說明。

SWci：各冰水系統送水量 (L/s)，以每 kW冷凍能力0.0379 L/s 送水量計算之。

SWhi：各冷卻水系統設計送水量 (L/s)，以每 kW冷凍能力0.0427 L/s 送水量計算之。 PWi：送風功率 (kW)

FMe：馬達效率，參照表2-4.8 SAi：各空調系統最大基準送風量 (以溫差11℃計算之送風量或因製程需求之最大循環風量、外氣補氣量，取其大者) (L/s)

PD：參照表4 所示之壓降調整值 (Pa)

Fd：流通過如表4所示設備之風量 (L/s)

A：風機功率調整因子 (kW)

公式1第二項之 $\Sigma(HC_i \times COP_{ci}) / \Sigma(HC_i \times COP_i)$ ，在於要求高效率之主機性能設計，尤其要求滿足經濟部能源局所公告的主機性能係數標準 COP_{ci} （表1）；其他 R_s 、 R_f 、 R_p 、 R_t 、 R_m 參數則針對種種空調節能技術之優惠評估。此式中加權係數 PR_s 、 PR_f 、 PR_p 、 PR_t 之意義在於假定熱源、送水、送風系統、冷卻水塔之耗能比例以其設計功率之比例為標準，其合格基準0.9在於與最新國際節能規範基準比較，要求達成10%節能設計之意。

所謂空調節能技術，是指主機台數控制、全熱交換器等特殊節能系統設計，這些均為成熟之空調技術，只要經由專業技師提出設計說明即可得到表5之優惠計算值。在此對於太陽能、風力、能源回收電梯、汽電共生等再生能源之獎勵，以其節約發電量之8倍(賣電型再生能源)或16倍(自用型再生能源)計算列於 β_2 係數之中，以配合政府推動再生能源之政策。儲冰空調在節能淨值上原本是有反效果，但對抑制尖峰負載有莫大幫忙，為配合政府能源政策，特別給予 β_1 之優惠係數。 β_3 是針對不採用高品質能管理自動控制系統設計之扣分， β_4 是針對不採用高品質之空調系統測試、調整、平衡TAB者或是性能確認者之扣分，該扣分在於認定不採此二技術則會導致前述節能效率受損之意義也，唯 β_4 必須由執業冷凍空調技師簽證提出方可承認其效益。空調節能計畫書、設計與TAB、CX之執行與簽證，可由一位或多位執業冷凍空調技師執行簽證提出方可承認其效益。總之，本空調系統節能評估法之特色在於不採逐項個別評估，而採取各項節能技術的綜合彈性評估，充分尊重專業綜合判斷能力與設備系統選擇之自由。最後的系統得分 $RS4_2$ ，則單獨由EAC依公式2來計算即可。

表1 空調系統冰水主機性能係數標準COPc(COPc取自經濟部能源局、IPLV取自ASHRAE Std. 90.1-2016)

7.1.2(10)

中央空調系統				
型 式		冷卻能力等級	性能係數標準COPc	整合式部份負載效率 IPLV
水 冷 式	容積式 壓縮機	<150RT	4.45	7.18
		≤500RT，≥150RT	4.90	7.99
		>500RT	5.50	8.58
	離心式 壓縮機	<150RT	5.00	8.79
		<300RT，≥150RT	5.55	9.02
		≥300RT	6.10	9.25
氣冷式，全機種		2.79	4.63	
吸收式冷凍機		單效0.75，雙效1.00（本手冊標準）		

註：1. 全載主機性能係數(COP)依CNS12575蒸氣壓縮式冰水機組規定試驗之冷卻能力(W)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(W)，測試所得性能係數標準不得小於上表標準值，另廠商於產品上之標示值與測試值誤差應在百分之五以內。整合式部份負載效率（Integrated Part Load Value, IPLV)依據AHRI 551/591標準進行測試，單位為規定試驗之冷卻能力(W)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(W)。

2. 性能係數(COP)=冷卻能力(W)/冷卻消耗電功率(W)。1 RT(冷凍噸)=3024Kcal/h。

3. 吸收式冷凍機能源效率比值(COP)測試方法依據ANSI/AHRI 560-2000: Absorption Water Chilling and Water Heating Packages標準。

4. 應以中央政府公告之最新效率為準。

5. 申請綠建築候選證書單位，其冷凍能力水冷式800RT以下，氣冷式60RT以下冰水機(合於CNS12575範圍者)在進現場安裝之前，於取得標章認證時，要有下列資料，否則空調系統評估不合格：

(1)要依據CNS12575條件測試及標示，且其標示值要合於中華民國90年9月12日能源局經(90)能第09004619170號公告:空調系統冰水主機能源效率標準規定。

(2)申請綠建築標章時，可由工業技術研究院綠能與環境研究所及台灣區冷凍空調工程同業公會推動單位核發冰水機合格證明，證明冰水機合於國家標準，不必提其他資料。

表2 無風管空氣調節機能源效率分級基準表

機種		額定冷氣能力分類 (kW)	能源效率比CSPF (kWh/kWh)				
			5級	4級	3級	2級	1級
氣冷式	單體式	2.2以下	3.40 ≤	3.64 ≤	3.88 ≤	4.11 ≤ CSPF < 4.35	4.35 ≤ CSPF
		高於2.2, 4.0 以下	3.45 ≤	3.69 ≤	3.93 ≤	4.17 ≤ CSPF < 4.42	4.42 ≤ CSPF
		高於4.0, 7.1 以下	3.25 ≤	3.48 ≤	3.71 ≤	3.93 ≤ CSPF < 4.16	4.16 ≤ CSPF
		高於7.1, 10.0 以下	3.15 ≤	3.37 ≤	3.59 ≤	3.81 ≤ CSPF < 4.03	4.03 ≤ CSPF
	分離式	4.0以下	3.90 ≤	4.41 ≤	4.91 ≤	5.42 ≤ CSPF < 5.93	5.93 ≤ CSPF
		高於4.0, 7.1 以下	3.60 ≤	4.03 ≤	4.46 ≤	4.90 ≤ CSPF < 5.53	5.53 ≤ CSPF
		高於7.1, 10.0 以下	3.45 ≤	3.86 ≤	4.28 ≤	4.69 ≤ CSPF < 5.11	5.11 ≤ CSPF
		高於10.0, 71.0 以	3.40 ≤	3.81 ≤	4.22 ≤	4.62 ≤ CSPF < 5.03	5.03 ≤ CSPF
水冷式		全機種	4.50 ≤	4.77 ≤	5.04 ≤	5.31 ≤ CSPF < 5.58	5.58 ≤ CSPF

註：

1. 候選證書階段VRF系統至少檢附以下文件：

(1) 設備規格表(標示容量、電功率、包含管路壓損修正後之CSPF)，(2) 系統昇位圖(標示高程、管長)，(3) 配置平面圖

2. 標章證書階段VRF系統至少檢附以下文件：

(1.) 設備規格表(標示容量、電功率、管路壓損修正後之CSPF)，(2) 系統昇位圖(標示高程、管長)，(3) 配置平面圖，(4) 設備型錄，(5) 冷房能力曲線圖，(6) 管路壓損修正之CSPFi計算書(等效管長可以採用簡算法，不考慮管配件之個別壓損，可依實際配管長度乘以1.3為之；或採用精算法，提供詳細計算書，就每個彎頭及分歧頭數量參考原廠技術資料精算等效管長及壓損)，(7) 銘牌照片，(8) 管路壓損計算書需註明相關表件資料所參照之廠牌技術手冊(包含版本及頁碼)以供備查，(9) 各家廠商需留存一份技術手冊在綠建築標章評定專業機構，以供審查委員參照查驗比對計算書之正確性，廠商如設備有增修調整，也需重新送技術資料留存。

表3 馬達效率FMe (2016年7月1日起實施)

額定輸出		2極			4極			6極		
		同步轉速 (rpm)	滿載效率 η (%)		同步轉速 (rpm)	滿載效率 η (%)		同步轉速 (rpm)	滿載效率 η (%)	
kW	HP (參考值)	60Hz	全閉型	保護型	60Hz	全閉型	保護型	60Hz	全閉型	保護型
0.75	1	3600	77.0	77.0	1800	85.5	85.5	1200	82.5	82.5
1.1	1.5		84.0	84.0		86.5	86.5		87.5	86.5
1.5	2		85.5	85.5		86.5	86.5		88.5	87.5
2.2	3		86.5	85.5		89.5	89.5		89.5	88.5
3.7	5		88.5	86.5		89.5	89.5		89.5	89.5
5.5	7.5		89.5	88.5		91.7	91.0		91.0	90.2
7.5	10		90.2	89.5		91.7	91.7		91.0	91.7
11	15		91.0	90.2		92.4	93.0		91.7	91.7
15	20		91.0	91.0		93.0	93.0		91.7	92.4
18.5	25		91.7	91.7		93.6	93.6		93.0	93.0
22	30		91.7	91.7		93.6	94.1		93.0	93.6
30	40		92.4	92.4		94.1	94.1		94.1	94.1
37	50		93.0	93.0		94.5	94.5		94.1	94.1
45	60		93.6	93.6		95.0	95.0		94.5	94.5
55	75		93.6	93.6		95.4	95.0		94.5	94.5
75	100		94.1	93.6		95.4	95.4		95.0	95.0
90	125		95.0	94.1		95.4	95.4		95.0	95.0
110	150		95.0	94.1		95.8	95.8		95.8	95.4
150	200		95.4	95.0		96.2	95.8		95.8	95.4
185~200	250~270		95.8	95.4		96.2	96.0		95.8	95.8

表4 壓降調整值PD

設備	調整值
全風管回風或排風系統	125 Pa (實驗室及動物室為535Pa)
回風或排風之風量控制設備	125 Pa
排風過濾器或廢氣處理系統	在風機系統設計條件下所計算之壓降
微粒過濾器 MERV 9~12	125 Pa
微粒過濾器 MERV 13~15	225 Pa
微粒過濾器 MERV 16 以上或電力強化過濾器	依據風機系統設計條件在2倍初始潔淨狀態下所計算之壓降
生物安全櫃	依據風機系統設計條件所計算之設備壓降
碳或其他氣相過濾器	在送風系統設計條件下之實際初始潔淨狀態壓降
熱回收設備 (非盤管熱回收迴路(coil runaround loop))	每股氣流 [(550 × 焓值熱回收率) - 125] Pa
盤管熱回收迴路(coil runaround loop)	每股氣流150 Pa
與其他冷卻盤管串聯之蒸發式加濕器或冷卻器	在風機系統設計條件下所計算之壓降
消音器	38 Pa
排風罩之排氣系統	80 Pa
高樓層之實驗室及動物室	超過25公尺後之垂直風管，每30公尺60 Pa
無中央式冷卻設備之風機系統	- 150 Pa

表 5 空調節能技術簡易評估表

能對能技術	空調節能技術	效率	效率標準值			採用率	要求條件及送審設計圖說(*2)
			冰水AHU系統	冰水FCU系統	直膨VRF系統(*3)		
熱源系統節能技術	冰水主機運轉控制	$\alpha 1$	冰水主機台數控制系統： 0.01	冰水主機台數控制系統： 0.01	-	r1=	依冷卻能力比計算採用率、主機控制規格書、系統流程及控制規範圖說
			冰水出水溫重置：0.01	冰水出水溫重置：0.01	-		
			冰水主機台數控制及出水溫重置：0.03	冰水主機台數控制及出水溫重置：0.02	-		
	變頻主機	$\alpha 2$	0.06	0.04	0.13	r2=	依冷卻能力比計算採用率、變頻系統機規格書、系統流程圖說。變頻主機係指設備可由25%-100%無段式控制容量，且標章階段可提供25%、50%、75%及100%之運轉測試證明者。
	CO濃度外氣量控制系統	$\alpha 3$	0.03	0.04	0.05	r3=	採用率依外氣佔空調所有送外氣風量之比、風管配置平面圖、系統流程及控制規範圖說。外氣風量需按照通風標準設置(例如：ASHRAE Std. 62-2016或其他相當之標準)，並提出外氣風量計算所採用之依據及計算資料。
	全熱交換系統	$\alpha 4$	具有外氣旁通自動控制：0.04	具有外氣旁通自動控制：0.06	具有外氣旁通自動控制：0.06	r4=	採用率依全熱交換器系統之外氣佔空調所有總外氣風量之比、全熱交換器規格書、系統流程及控制規範圖說。全熱交換器系統之焓值熱回收率需至少50%，綠建築標章階段應提送實際安裝之規格型錄。外氣風量需按照通風標準設置(例如：ASHRAE Std. 62-2016或其他相當之標準)，並提出外氣風量計算所採用之依據及計算資料。
			無外氣旁通自動控制：0.03	無外氣旁通自動控制：0.05	無外氣旁通自動控制：0.05		
	外氣冷房系統	$\alpha 5$	0.14	0.16	0.12	r5=	採用率依外氣冷房系統之外氣佔空調所有總送風量之比、系統流程及控制規範圖說。外氣冷房需設有焓值感測控制、回風機將回風拉回空調箱進行排氣或其他具排氣控制功能的相關配套設備，利用春秋外氣溫度低時當free cooling用。外氣風量需按照通風標準設置(例如：ASHRAE Std. 62-2016或其他相當之標準)，並提出外氣風量計算所採用之依據及計

表5 空調節能技術簡易評估表(續)

節能對象	空調節能技術	效率	效率標準值			採用率	要求條件及送審設計圖說(*2)
			冰水AHU系統	冰水FCU系統	直膨VRF系統(*3)		
	其他熱源節能系統	$\alpha 6$	(提出計算證明自填)			$r6=$	空調系統總節能率之節能及採用率計算書(例如：若採用廢熱加熱式吸收式冷凍機、熱泵、熱回收冷凍機，應提送依據全年製熱
熱源系統節能效率 $Rs=\sum(\alpha_j \times r_j)=$							
送風系統節能技術	變風量系統(VAV)	$\alpha 7$	VAV系統：0.0	FCU風扇可自動變速控制：0.0	VRF室內機風扇可自動變速控制：0.0	$r7=$	風機規格表、風管配管平面圖、系統流程及風機自動控制規範圖說。變風量系統(VAV)，必須依據ASHRAE 90.1定義，每個空調區間均有溫度控制風量。除非有特殊製程、安全或健康等特別原
			無VAV系統：-0.23	FCU風扇不可自動變速控制：-0.13	VRF室內機風扇不可自動變速控制：-0.15		
送風系統節能效率 $Rf=\sum(\alpha 7 \times r7)=$							
送水系統節能技術	冰水變流量系統(VWV)	$\alpha 8$	一次冰水變頻系統VPF：0.1	一次冰水變頻系統VPF：	-	$r8=$	採用率計算書、規格表、水管配管平面圖、系統流程及控制規範圖說。以具有變流量功能之冰水泵耗電功率與全部冰水泵耗電總功率之比計算採用率，不計其他用途水泵。
			一次及二次冰水變頻系統：	一次及二次冰水變頻系			
			一次側定頻及二次冰水變頻系統：0.07	一次側定頻及二次冰水變頻系統：			
	冷卻水泵變頻控制	$\alpha 9$	一次冷卻水變頻系統：0.01	一次冷卻水變頻系統：0.01	-	$r9=$	採用率計算書、規格表、水管配管平面圖、系統流程及控制規範圖說。以具有變流量功能之冷卻水泵耗電功率與全部冷卻水泵耗電
送水系統節能效率 $Rp=\sum(\alpha 8 \times r8+\alpha 9 \times r9)=$							
冷卻水塔節能技術	冷卻水塔節能	$\alpha 10$	出水溫度控制：0.05	出水溫度控制：0.06	-	$r10=$	依冷卻能力比計算採用率、規格表、系統流程及控制規範圖說。採用出水溫度控制節能技術者，其出水溫度需自動控制低於28℃；採用濕球接近溫度控制及最佳濕球接近溫度重置策略控制者，必須確保冷卻水塔出水溫度不可低於18℃以下之控制策略。
			濕球接近溫度控制：0.07	濕球接近溫度控制：0.06			
			最佳濕球接近溫度重置策略控制：0.08	最佳濕球接近溫度重置策略控制：0.09			
冷卻水塔節能效率 $Rt=\sum(\alpha 10 \times r10)=$							

表5 空調節能技術簡易評估表(續)

儲冰系統、自然能源、再生能源、TAB Cx、節能管理等總系統技術	儲冰空調系統	$\beta 1$	0.30	系統流程、規格表及控制規範圖說。 本節能優惠係數需再乘以分量儲率，需檢附分量儲冰率計算書，為確保系統功能，本項技術必須建置建有邏輯策略自動控制功能，並且執行TAB及Cx。
	再生能源	$\beta 2$	ax再生能源佔總耗能之比例Rr(*4)，a:自用型為16.0，賣電型為8.0(應有接電系統圖，否則一率視同賣電型)。因整體得分係數調整，自用型之係數有變動	
	建築能源管理系統(必須提出系統功能說明)(*5)	$\beta 3$	冰水系統	直膨VRF系統
			完全無裝設建築能源管理系統者： $\beta 3 = -0.1$	完全無裝設建築能源管理系統者： $\beta 3 = -0.05$
			具監視、警報、運轉控制、計測等功能者： $\beta 31 = b \times 0.03 - 0.1$	具監視、警報、運轉控制、計測等功能者： $\beta 31 = b \times 0.015 - 0.05$
			具能源、效率、設施計測與控制管理功能者： $\beta 32 = b \times 0.05 - 0.1$	具能源、效率、設施計測與控制管理功能者： $\beta 32 = b \times 0.025 - 0.05$
	TAB或Cx(*6)	$\beta 4$	無TAB或Cx者： $\beta 4 = -0.15$	無TAB或Cx者： $\beta 4 = -0.08$
			只執行空調系統測試調整平衡者： $\beta 4 = -0.05$	只執行空調系統測試調整平衡者： $\beta 4 = -0.03$
			執行空調系統測試調整平衡(TAB)性能確認(Cx)者： $\beta 4 = 0.0$	執行空調系統測試調整平衡(TAB)性能確認(Cx)者： $\beta 4 = 0.0$
	其他	$\beta 5$	(提出計算證明自填)	附系統流程及節能技術規範圖說
	其他總系統節能效率 $R_m = \sum \beta_k =$			

*1：即採用該技術的應用比率，詳細採用率之計算方式請參照『送審設計圖說』欄位之說明

*2：在候選證書階段送空調節能技術系統圖即可，在標準階段才送其他規格書與規範圖說。

*3：分離式窗(壁)型冷氣機(含VRF)，如果室外機有接風管，則應將室外機接風管所額外之電力，列入室外機耗電項目內，並列入PFci計算。VRF系統總容量達100RT以上，申請綠建築標章時，應依據冷凍空調技師公會指針，測試系統是否合乎現場要求性能與正常運轉，並提交測試報告書。

*4：Rr為太陽光電板發電、太陽能熱水器、汽電共生、能源回收電梯、風力發電等再生能源設備之節約電量佔該類建築總耗電量之比例。a為獎勵再生能源之特別優惠係數。該類建築總耗電量 $kWh/(m^2 \cdot 年)$ 以附錄2所計算之動態EUI基準乘上總樓地板面積而得(若為混合使用建築物則以樓地板面積加權計算之)，由設計單位提出計算書說明後採用之。其中太陽光電版每年平均發電量 $(kWh/yr.) = 下圖之所在位置每日平均日射量(kWh/(m^2 \cdot day)) \times 修正係數0.8(m^2/kW) \times 太陽光電設置容量(kW) \times 365(days/yr.)$ 。但在EEWH-GF系統，再生能源已另計入他項，在此不可重複計入。

*5：b為能源管理系統控制項目之修正係數，多項目時可累加，冰水系統能源0.6，只控制水系統、送風系統時b各為0.2；直膨VRF系統能源管理系統只控制熱源系統時b為0.2。建築能源管理系統各等級應基本具有之功能說明如下：

系統功能	能源管理系統等級		
	$\beta 31$	$\beta 32$	$\beta 33$
	1. 具監視、警報、運轉控制、計測等功能 2. 設備啟停時程管理 3. 空調系統運轉資之紀錄及存檔功能	1. 包含空調及建築大部分之設備運轉狀態監視功能，包含用電量、能源使用、運轉效率、設備維護紀錄等 2. 具備有計費機制功能 3. 具備有資料處理功能，將各設備之用電情形及運轉狀態，以報表(月報、季報、年報等)及各類圖形之方式作比較分析 4. 具等級 $\beta 31$ 之功能	1. 具有最佳化運轉控制功能，針對建築室內外環境及使用條件，有效調整設備之運轉狀態，以達到降低尖峰負載及節能之目標 2. 具等級 $\beta 32$ 之功能

參考書目

1. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2016, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition)
2. Bio Intelligence Service, Ronan Lyons and IEEP, 2013, Energy performance certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries, Final report prepared for European Commission (DG Energy)
3. Brounen D., Kok N.(2011), On the economics of energy labels in the housing market, Journal of Environmental Economics and Management Volume 62, Issue 2, Pages 166-179
4. BPIE, 2010, Energy Performance Certificates across Europe--From design to implementation
5. Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2010, Energy Performance Certificates across Europe---From design to implementation.
6. Chae C.U. and Kim S. (2016). *Evaluation of Embodied Energy and CO_{2eq} for Building Construction (Annex 57). Subtask 2: A Literature Review*. International Energy Agency, EBC.
7. CIBSE. 2004. Energy efficiency in buildings. 2nd Edn. Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
8. EDF. 2012. "Energy Efficiency Finance: Investor Confidence Project."http://www.edf.org/sites/default/files/EDF-ICP_fact-sheet.pdf.
9. ESMAP. 2014. "Improving Energy Efficiency in Buildings: Energy Efficient Cities, Mayoral Guidance Note #3."
10. ESMAP. Case Study: Good Practices in City Energy Efficiency, Kiev,Ukraine—Energy Efficiency in Public Buildings.
<http://www.esmap.org/node/656>.
11. European Union. 2014. Energy Efficiency Directive. European Union. 2014. Energy Efficiency Directive.
12. Griffith B., Torcellini P., Long N., Crawley D., and Ryan J. (2006) “Assessment of the technical potential for achieving zero-energy commercial buildings.” National Renewable Energy Laboratory. Conference Paper NREL/CP-550-39830, June 2006
13. Houser, T. 2009. “The economics of energy efficiency in buildings.” Peterson Institute for International Economics, Washington, D.C.

14. IEA. 2015. “Energy Technology Perspective 2015—Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action.”
15. Intelligent Energy Europe, 2012. The Success Model of Brussels: A Case Study.
16. International Carbon Action Partnership. 2015. "Japan: Tokyo Cap-and-Trade Program."
17. IPCC, 2007, the Fourth Assessment Report (AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change
18. IPEEC (the International Partnership for Energy Efficiency Cooperation), 2014, Building Energy Rating Schemes-Assessing Issues and Impacts, Building Energy Efficiency Taskgroup
19. ISO, 2006, Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling, CEN TC89/WG4/N284,
20. Jyukankyo Research Institute. 2009. "Current State of ESCO Activities in Asia: ESCO Industry Development Programs and Future Tasks in Asian Countries.
21. New Energy Promotion Council, Japan Smart City Portal.<http://jscp.nepc.or.jp/en/>. Last accessed February 24, 2016
22. UNEP, 2011, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication
23. UNEP SBCI. 2009. “Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations.” United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. U.S. Green Building Council and C40 Cities Climate Leadership Group. 2015. "Moscow City Market Brief
24. WRI, Ross Center for Sustainable Cities, Accelerating Building Efficiency: Eight Actions for Urban Leaders , May 26, 2016
25. 行政院環保署，2019，能源轉型白皮書
26. 林憲德，2018，建築產業碳足跡，詹氏出版社
27. gordoncheng's blog ，2019，電力系統負載曲線(Load Curve)
28. エクスナレッジ，2014，世界で一番やさしい省エネ法--改正省エネ法完全対応版，建築知識叢書

建築空調節能基準法制化可行性研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：林憲德、李魁鵬、黃國倉、吳麗真、王祥宇

出版年月：108年12月

版次：第1版

I S B N：978-986-5448-36-3 (平裝)