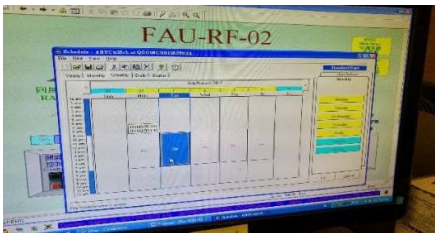




重新校驗技術指引



2018

（封面後空白頁）

目錄頁數

1.	引言	1
1.1	背景	1
1.2	重新校驗的好處	1
1.3	重新校驗概覽和目標	1
1.4	能源審核概要和目標	1
1.5	重新校驗與能源審核的分別	2
1.6	技術指引的目的	2
2.	釋義	3
3.	重新校驗事前準備	5
3.1	評估內部能力	5
3.2	提高內部能力的培訓	5
3.3	聘請第三方服務提供者	5
4.	如何為建築物進行重新校驗	6
4.1	概要	6
4.1.1	重新校驗團隊的角色與責任	7
4.1.2	選擇合適的重新校驗服務提供者	9
4.1.3	重新校驗過程中的時間和資源分配考慮	9
4.2	階段一：規劃	11
4.2.1	收集建築相關文件	12
4.2.1.1	操作文檔：未安裝中央控制及監察系統	13
4.2.1.2	操作文檔：已安裝中央控制及監察系統	13
4.2.2	收集當前設施要求	14
4.2.3	與操作和保養隊伍執行初步建築檢規與面談	14
4.2.4	數據管理和中央控制及監察系統要求	14
4.2.5	對中央控制與監察系統或日誌表數據進行初步分析	18
4.2.6	考慮運用能耗模擬（可選項）	23
4.2.7	制定重新校驗計劃	23
4.3	階段二：調查	25
4.3.1	收集趨勢記錄數據	26
4.3.2	分析趨勢記錄數據	29
4.3.3	識別潛在節能機會	30
4.3.4	設定節能機會的測量和驗證方式	31
4.3.5	選擇實施的節能機會	36
4.4	階段三：實施	37
4.4.1	實施所選節能機會	38
4.4.2	執行測量和驗證	38
4.4.3	制定重新校驗最終報告	39
4.4.4	制定持續校驗計劃	40
4.4.5	為操作和保養隊伍進行培訓	40
4.5	階段四：持續校驗	42
4.6	能耗模擬在重新校驗的應用（可選方法）	48
4.6.1	好處與考慮因素	48



4.6.2 建築能耗模擬工具

51

5. 附錄

附錄 A 識別節能機會的技術方法案例

6. 輔助資料階段一至四表格

階段一表格

表格 1.1	建築物設計與操作資料清單
表格 1.2	現有設施要求表格
表格 1.3	現場檢視清單
表格 1.4	重新校驗計劃

階段二表格

表格 2.1	使用便攜式數據記錄器進行數據收集的儀器
表格 2.2a	冷水機組 — 冷水機組數據收集表格
表格 2.2b	冷水機組 — 冷凍水泵數據收集表格
表格 2.2c	散熱系統 — 冷卻塔數據收集表格
表格 2.2d	散熱系統 — 冷凝水泵數據收集表格
表格 2.2e	中央熱水機組數據表格
表格 2.2f	中央熱水機組數據表格 — 熱水水泵數據收集表格
表格 2.2g	配風系統 — 送風機 / 鮮風機 / 風機盤管 / 室內裝置數據收集表
表格 2.3	擬定節能機會列表
表格 2.4	擬定維修裝置列表
表格 2.5	調查報告

階段三表格

表格 3.1	實施報告
--------	------

階段四表格

表格 4.1	持續校驗報告
--------	--------

鳴謝

我們衷心感謝香港綠色建築委員會（HKGBC），他們在重新校驗上分享了寶貴的經驗，並為製定本指引作出了貢獻。

1. 引言

1.1 背景

根據環境局、發展局和運輸及房屋局於二零一五年五月聯合發佈的香港都市節能藍圖 2015 ~ 2025+。“重新校驗 (Retro-commissioning)”是促進現有建築節能其中一項重要方針。

重新校驗 (RCx) 是一個具成本效益的系統性測試過程，用作適時檢查現有建築物的效能表現，以找出操作時可優化節能的地方，從而減低能源費用和提高室內環境質量。

1.2 重新校驗的好處

重新校驗帶來很多不同好處其中包括以下幾點：

- 利用零成本或低成本方案進行建築節能以縮短回報期；
- 減少操作和保養(O&M)費用；
- 減少能耗設備或系統故障和延長設備壽命；
- 確保能耗設備或系統以高效能運行，提供舒適健康的室內環境；
- 提升建築的資產價值；
- 累積建築管理團隊內部知識和技術並加強操作和保養行業發展。

1.3 重新校驗概覽和目標

重新校驗包含“現有建築校驗”，“再行校驗”和“持續校驗”。重新校驗分為四個階段：階段一規劃，階段二調查，階段三實行和階段四持續校驗。重新校驗首先收集能耗設備或系統操作數據，再進行現場量度測試和數據分析從而定出節能機會。透過實行節能機會可提高系統操作表現從而改進整體建築物能源效能。

1.4 能源審核概要和目標

能源審核涉及對能耗設備或系統進行系統評估並確定能源管理機會(EMO)，這可為建築物擁有人提供資訊從環境考慮和經濟效益角度而決定和實行節能措施。

能源審核先收集和分析與建築能耗相關的資料，再審查和分析現有設備的情況與表現，系統與安裝和能源帳單。能源審核可透過實行確定的 EMO 而達到能源效率。

1.5 重新校驗與能源審核的分別

重新校驗着重於檢查能耗設備或系統是否依照設計或用戶需求下正常操作，並從中確定優化空間（例如系統控制設定偏移，傳感器不準確，不當操作日程表和配風與輸水系統配置等）。除此之外，重新校驗過程也會為建築物擁有人定立節能機會實行和持續校驗計劃，以讓建築能維持高效率操作。

1.6 技術指引的目的

現時在香港還未有為建築物擁有人提供有關於重新校驗的指引。本重新校驗指引旨在為重新校驗提供基本和明確的程序指導。

為方便建築物擁有人推行重新校驗，本指引也提供了不同的清單，數據收集表格和報告樣板。同時也包括一些重新校驗中常見的節能機會案例以供參考。

為了推廣重新校驗的好處，本指引也指出了持續校驗的重要性和提出了持久性策略供建築物擁有人參考。

2. 釋義

「**空調 air-conditioning**」：指將空氣冷卻、加熱、除濕、加濕、配送或淨化的程序。

「**送風機 air handling unit**」：指包括風扇或風機、冷卻及／或加熱盤管，以及供過濾空氣及冷凝水去水用裝置等。

「**中央控制及監察系統 central control & monitoring system (CCMS)**」指的是一個集中的系統，連接安裝在建築物中的各種感應器和控制設備。它允許建築物操作和保養隊伍遠程監察建築物的運行情況和控制不同的系統

「**冷水或熱水機組 chilled/heated water plant**」：指冷水機或熱泵組成的系統，系統附有相應的冷水泵或熱水泵，並按適用情況附有相應的冷凝器水泵、冷卻塔和／或散熱器。

「**冷水機 chiller**」：指用以供應冷水並包括蒸發器、壓縮機、冷凝器及調節控制器的空調設備。

「**效能系數-冷凍 coefficient of performance (COP) – cooling**」：指空調設備以等同單位計算的除熱率與能源輸入率的比率。

「**效能系數-熱泵加熱 coefficient of performance (COP), heat pump – heating**」：指熱泵式空調設備以等同單位計算的輸熱率與能源輸入率的比率。

「**固定風量配風系統 constant air volume (CAV) air distribution system**」：指藉改變某一空間的供風溫度來控制空間內乾球溫度的系統，而該空間的供風量是固定的。

「**電力裝置 electrical installation**」：指在建築物內用以分配或利用電力的固定設備、配電網絡或配件。

「**節能機會 energy saving opportunity (ESO)**」：指在重新校驗分析階段中確定的節能機會。

「**設備 equipment**」：指任何用作轉化、分配、量度或使用電能的器具，例如照明器、空調設備、電動機、電動機驅動器、機器、變壓器、儀器、電錶、電路保護器、線路材料、配件及器具等。

「**自動梯 escalator**」：應具有《升降機及自動梯條例》（第618章）第2條給予該詞的相同涵義。

「**諧波 harmonics**」：指一個與基頻成整倍數的電磁波周期振盪的成分頻率，就本港的配電系統而言，基頻是 50 赫茲。

「**實施階段 implementation stage**」：指實施所選擇的節能機會的階段，還會進行驗證過程，以查看節能機會的成效。在整個實行和驗證過程之後，應該準備一份重新校驗報告總結所有階段的進展。

「**調查階段 investigation stage**」是指重新校驗過程中涉及深入系統分析以確定能源效率潛在差距的階段。應在此階段生成建議的節能機會的詳細清單，包括估計的節能和投資回收期。所

選擇的節能驗證方法也應明確提出。選定的節能機會清單應在本階段結束時確認，並與建築擁有人/設施經理達成一致，然後在“實施階段”實施。

「**升降機 lift**」：應具有《升降機及自動梯條例》（第 618 章）第 2 條給予該詞的相同涵義。但就本守則而言，機動泊車系統並不包括在內。

「**照明裝置 lighting installation**」：指在該建築物內的固定電力照明系統。

「**照明器 luminaire**」：指光線由一支或一組電燈發出的照明裝置，應包括作為用以裝配及保護電燈的所有必需組件，如需控制器操作，則應包括該控制器。

「**計量錶 meter**」：指用以測量、記錄或顯示電壓值、電流值、功率因數、電力耗量或負荷需求、水流量、能源輸入／輸出等的測量儀器。

「**持續校驗階段 on-going commissioning stage**」：指確保建築系統能持續保持優化的階段。

「**操作數據 operational data**」指從建築物中安裝的系統/設備收集的時間序列數據。這些通常從可攜式數據記錄器或中央控制及監察系統收集。

「**操作檔案 operational documentation**」是指在其中記錄不同設備和系統的實際狀態的純文字報告。

「**規劃階段 planning stage**」：指收集建築相關資料如系統佈局圖、平面分佈圖和電費帳單的階段。為了解建築系統的操作，應安排進行現場檢視。當完成現場檢視和檢查趨勢數據後，應定立一份規劃包括系統分析和將來現場測量安排。

「**重新校驗 retro-commissioning**」：指一個對現有建築定期進行性能檢視的系統過程，以找出操作時可優化節能的地方，從而減低能源費用和提高室內環境質量。

「**可變風量配風系統 variable air volume (VAV) air distribution system**」：指因應空調負荷並通過自動改變一個空間的供風量來控制該空間的乾球溫度的系統。

「**可變速驅動器 variable speed drive (VSD)**」：電動機的可變速驅動器是指在一個連續順序速度範圍內，控制該電動機速度的驅動器。

3. 重新校驗事前準備

3.1 評估內部能力

在準備執行重新校驗時，業主可以首先評估他們內部的操作和保養團隊，看他們是否有能力運行重新校驗任務，這些將在後面的章節中詳細解釋。操作和保養隊伍通常是最適合執行重新校驗任務的人員，因為他們熟悉建築系統的安裝、操作模式和瞭解建築用戶的需求。

由於重新校驗 過程中可能涉及現場測量以收集數據，操作和保養隊伍可以檢查他們是否有足夠的測量設備來完成任務。在表格 2.1 中，提供了測量設備清單供參考。

3.2 提高內部能力的培訓

可以考慮透過培訓，以提高內部操作和保養團隊的能力。以下機電工程署網站提供更多有關於重新校驗培訓的資料。

<https://www.rcxrc.emsd.gov.hk>

任何有關內部操作和保養團隊培訓和購買測量設備的額外費用都應予以考慮。

3.3 聘請第三方服務提供者

如果內部的操作和保養團隊不適合執行重新校驗，建築物擁有人可考慮聘請外部重新校驗服務提供者，以便在操作和保養團隊的協助下完成該程序。更多細節將在本指引 4.1.2 節將討論。

4. 如何為建築物進行重新校驗

4.1 概要

重新校驗一共分為四個階段。每一個階段的主要活動如下：

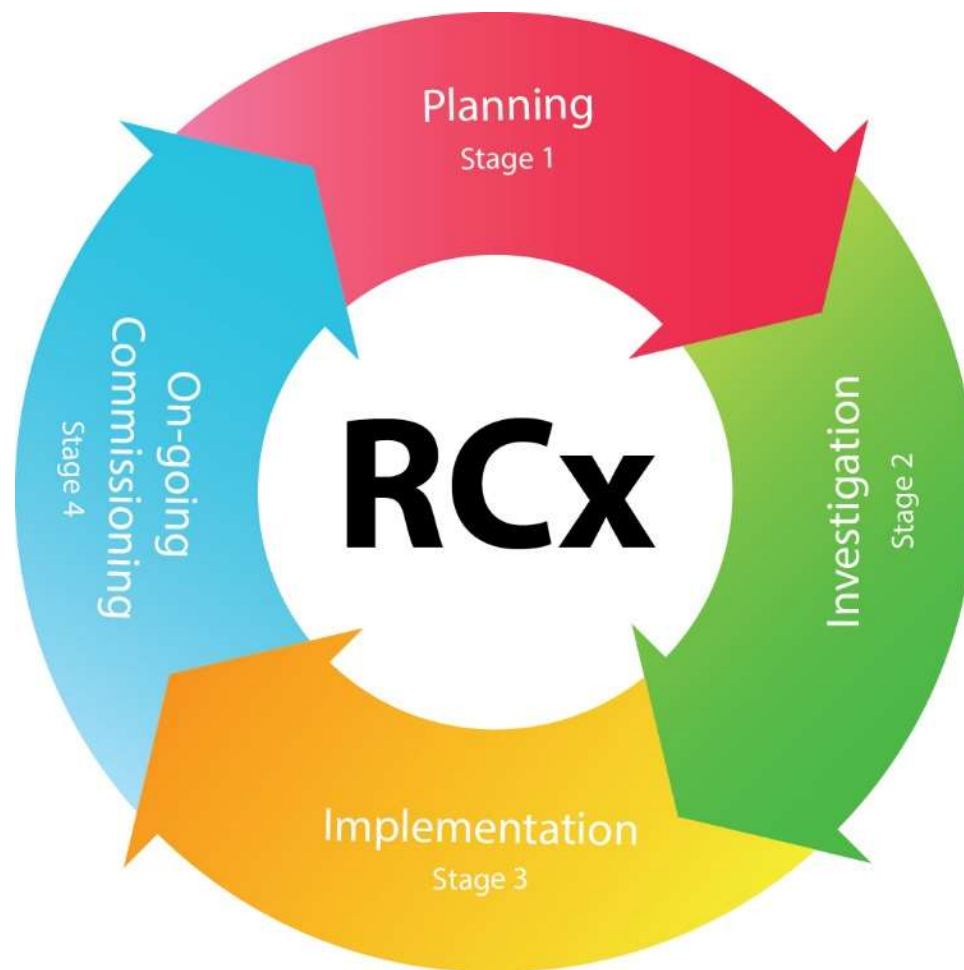


圖 4.1 重新校驗流程

規劃階段的目標是通過制定一份重新校驗計劃現場和測量計畫，為重新校驗 流程做好充分準備。重新校驗計劃包括將要執行的系統分析。如果操作和保養手冊中的系統資訊不足，可以從現場巡視和測量中收集。

調查階段確定導致任何現有操作問題導致低效率的能源使用或不令人滿意的室內環境，並確定任何其它可改善建築物效能的節能機會。當發現操作問題和提議節能機會，重新校驗團隊應準備一份調查報告，其中包括對建議的節能機會的成本或效益分析、實施細節、測量和驗證方法及任何對正常服務操作的預期干擾，以便與利益相關者進行討論。然後，在實施階段之前，應與建築物擁有人商定選定的節能機會。

在實施階段，重新校驗團隊應遵循商定的實施和測量和驗證計畫，以確保執行適當的行動。執行測量和驗證是重要的一環，應當加以記錄。應定期召開重新校驗會議，監督實施進度。

在持續校驗階段，重新校驗團隊應制定持續校驗計劃，以確保重新校驗的效益得以維持。重新校驗團隊應向操作和保養隊伍提供培訓，以實施持續校驗計劃，這是此階段的重要一步。

4.1.1 重新校驗團隊的角色與責任

如果建築物擁有人認為內部操作和保養隊伍有能力進行重新校驗，他們可選擇自行執行重新校驗。通常內部的操作和保養隊伍是進行重新校驗最合適的人選，因為他們了解建築的設備／服務／系統和操作模式。如果沒有合適人選，建築物擁有人可考慮聘請重新校驗服務提供者進行重新校驗。

在重新校驗開始之前，應成立一個重新校驗團隊，而應包含下列各

- (1) 建築物擁有人（或建築物擁有人代表）；
- (2) 建築經理；
- (3) 操作和保養隊伍；
- (4) 承包商；
- (5) 重新校驗服務提供者（非強制）。

在沒有服務提供者的情況下，操作和保養隊伍將擔當重新校驗服務提供者的角色。

如果重新校驗服務提供者參與進行重新校驗，重新校驗服務提供者將連同重新校驗團隊的成員一起執行重新校驗過程，並向建築物擁有人報告調查結果和節能機會。在實施階段執行選定的節能機會之前，重新校驗服務提供者應尋求建築物擁有人對任何擬議的節能機會的協議。重新校驗服務提供者還可以聘請承包商來執行實際的節能機會實

施工作和/或正在進行的校驗活動。重新校驗團隊可以參照 IPMVP 等相關國際標準進行量測和驗證（M&V）。詳情請參閱本指引 4.3.4 節。

下表提供了每個重新校驗團隊成員在流程中每個階段責任的描述。如果不涉及第三方重新校驗服務提供者，則責任應由合資格的操作和保養人員或承包商執行。

	規劃	調查	實施	持續校驗
建築物擁有人代表	定義成功標準 定義建築物擁有人設施的要求（OFR） 組織項目啟動會議	與服務提供者合作建立節能機會 商定擬議將執行的節能機會		驗證成功標準 更新建築物擁有人設施的要求（OFR）
建築經理	參加項目啟動會議	提供訪談和最新的建築手冊	接受培訓，包括應急計畫和問答環節	持續更新建築手冊
操作和保養人員	參加項目啟動會議	提供面試和巡視 更新建築手冊	接受培訓，包括應急計畫和問答環節	持續更新建築手冊
承包商	參加項目啟動會議	提供面試和巡視 診斷、測試空氣平衡和功能測試 商定測量和驗證計畫	實現節能機會 對所有系統和設備進行功能測試 提供培訓 安裝測量和驗證設備	如有需要，對擔保索賠作出回應
重新校驗服務提供者（可選項）	參加項目啟動會議 審查系統手冊 將當前的設施要求（CFR）與操作和	設施工作人員訪談和巡視 檢查數據趨勢，報警摘要，維修記錄	確定能耗基線 驗證性能的變化 拍攝照片、螢幕截圖和錄影	確定能耗和節能量 測量和驗證報告 對在實施過程中發現的問題執行跟進計畫

	保養手冊中的操作要求進行比較	目視檢查	驗證節能機會行動是否具有預期效果	制定持續校驗計畫
	收集設施資料	識別零或低成本行動和資本更新項目	提供培訓	更新檔案、竣工圖和規範，控制圖則和排序
	建立基準			
	確定設施的狀態	為每個節能機會建立初步的測量和驗證計畫評估 在成本效益分析的基礎上擬定節能機會 制定測量和驗證計畫，並與承包商達成一致。		制定操作和保養手冊

表 4.1.1 不同場景的重新校驗 操作項

4.1.2 選擇合適的重新校驗服務提供者

重新校驗服務提供者的選擇應基於具有相關認證、技術知識、經驗、可用性和溝通技能。

建議選擇具有相關重新校驗項目經驗的服務提供者。校驗人員最好具有設計和設施實踐經驗，熟悉能源效能指標，故障排除和控制經驗。

在重新校驗技術指引補充資料附件 A 裏提供了聘用第三方重新校驗服務提供者的資訊摘要清單。這包括建築物擁有人應提供有助於促進重新校驗工作的資訊，以及重新校驗服務提供者應提供的工作範圍。

4.1.3 重新校驗過程中的時間和資源分配考慮

如果建築物擁有人要求對建築系統的現有運行情況進行深入和完整的分析，根據機電工程署 2015 年建築能源審計業務守則，可考慮設定連續三十六個月的數據收集/記錄

期。對於時間序列操作數據（例如冷卻負荷，電錶等），可以考慮十二個月的收集期，並根據 IPMVP 充分檢查冷卻，加熱和中間季節的操作趨勢。這有助於確定所有潛在的節能機會，亦是重新校驗流程的最終目標。

在資源有限和重新校驗範圍縮小的情況下，建議在最耗能的季節進行監察，因可能出現影響最大的操作問題。這可盡量發揮重新校驗效益。

4.2 階段一：規劃

以下流程表詳細列出在規劃階段每個步驟與預期成果。

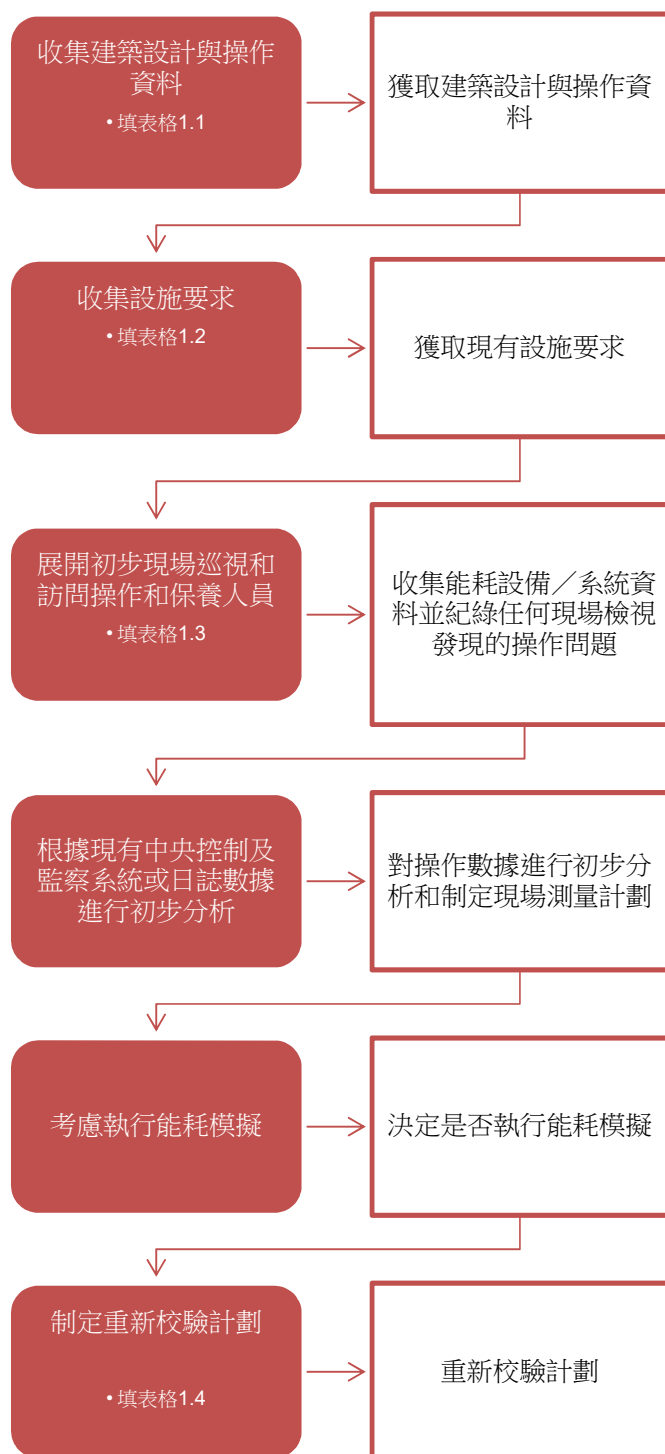


圖 4.2 規劃階段工作流程



4.2.1 收集建築相關文件

重新校驗團隊的第一步是盡量獲取所有建築設計和操作的資訊，以熟悉當前的建築運作情況。在進行重新校驗過程之前，任何項目所需的最關鍵文件是操作和保養手冊。操作和保養手冊是建築物擁有人或運營商使用的綜合文件，當中包含有關建築操作和保養的資訊。如果建築物先前已經進行校驗，則應更新現有文件以反映建築物當前的運行狀況。

操作和保養手冊可考慮按照 ASHRAE Guideline 0-2013 – The Commissioning Process 的建議包括以下部分：

- (a) 系統描述
- (b) 設計基礎文件和設計標準
- (c) 施工記錄文件，規範和批准的提交
- (d) 操作檔案和保養手冊
- (e) 空調系統資訊
- (f) 操作記錄保存程式，包括樣本表格、日誌或其他方法以及每種方法的理由。
- (g) 培訓材料
- (h) 校驗過程報告
- (i) 中央控制及監察系統或建築數據點列表

如果操作和保養手冊不存在，重新校驗團隊可以進行詳細的現場巡視和測量，以收集必要的資訊，從而更好地瞭解現有的安裝。

操作和保養手冊中的操作文檔將根據中央控制及監察系統的可用性而有所不同。以下描述了這兩種情況所需的關鍵資訊。

除操作和保養手冊外，重新校驗團隊還需要收集暖通空調、電氣、照明、排水、升降機和自動扶梯系統示意圖和相關平面佈局圖，以熟悉幾房運作情況和進一步規劃現湯調查工作。如有中央控制及監察系統或日誌數據，重新校驗團隊也應收集以便在之後階段進行分析。

重新校驗團隊也應收集過去三年電費帳單和電錶數據，以分析能源消耗的細分和概況。這些資訊有助於重新校驗團隊確定哪些類型的安裝可能具有更大的節能潛力。

表格 1.1 建築設計與操作資料清單

4.2.1.1 操作文檔：未安裝中央控制及監察系統

在一些建築物可能沒有安裝中央控制及監察系統情況下，檢查建築物中暖通空調系統和其他能源相關設備的現有運行狀態非常重要。建議對冷水機組的 KPI 計算數據點進行全面檢查。對於送風系統控制，設備和照明控制，由於覆蓋範圍較大，建議進行抽樣檢查。

如果沒有關於建築物實際運行狀態的文件，例如欠缺暖通空調控制序列，那麼可考慮列為規劃調查任務的一部分。此文檔報告可以使用簡明語言、照片、測試記錄和報告組成。可以對冷凍水機房（但不限於此）進行操作狀態檢查作為主要優先事項。由於覆蓋範圍大，可以在關鍵點對送風系統，終端設備，生活熱水，照明和細小設備進行抽樣檢查。

完成後，操作文檔就提供了一種驗證系統運行的方法。然後，設施管理團隊可以重用這些文檔進行反覆校驗，以確保系統為持高效運作，並在重新校驗後保持節能。此外，操作文檔在持續校驗中發揮著關鍵作用。

4.2.1.2 操作文檔：已安裝中央控制及監察系統

對於已安裝中央控制及監察系統的建築物，應按細微性監察負責日常控制能耗設備的主要暖通空調參數，使用戶能夠分析系統性能和其他關鍵參數如舒適性、氣流、照明水平等。有關中央控制及監察系統數據要注意的技術事項，請參閱 4.2.4 節瞭解更多詳情。

作為參考，下表提供了冷凍水機房系統建議所需的數據點示例。

系統	冷凍水系統機房
中央控制及監察系統數據點	冷凍水流量 冷凍水出入水溫度 冷水機功率分析儀 冷凍水泵功率與變速驅動操作狀態（如有）分析儀 冷凝水泵功率分析儀（只限水冷式機房） 冷卻塔風扇功率分析儀（只限水冷式機房） 冷卻塔風扇操作狀態 冷凍水系統旁通閥操作狀態
記錄間隔	可考慮每十五分鐘
持續時間	可考慮十二個月或按照客戶要求

上述中央控制及監察系統數據點可用於關鍵效能指標計算，如冷水機組 COP

4.2.2 收集當前設施要求

本指引提供了一個當前設施要求（CFR）表格範本，方便使用者向建築物管理人收集有關資料。此表格中研究了用戶舒適性，並且涵蓋了空調和照明裝置。

重新校驗團隊應將操作和保養手冊中列出的操作要求與當前設施要求進行比較。然後，利用這些要求來評估現有系統是否正確執行。如果現有系統未能滿足要求，則可能需要進一步到現場調查未確定的操作問題。

表格 1.2 現有設施要求表

4.2.3 與操作和保養隊伍執行初步建築檢規與面談

當已收集能耗設備和系統的資料後，重新校驗團隊由其是操作和保養隊伍將進行一次建築檢視以觀察操作情況和核對所收集的資料與實際安裝相同。透過與操作和保養隊伍的面談，我們可記錄一些可優化或存在操作差距的領域。一些例子如下：

- 系統同時和過度加熱和冷卻；
- 設施或設備未按設定運行；
- 設備或照明在不需要時操作，特別是送風機在建築無人時依然運行；
- 建築內不正確加減壓。如門難以開啟或關閉；
- 設備或管道出現過熱或過冷情況。閥門或其他機械設備發出異常噪音；
- 過度照明的空間。

表格 1.3 現場檢視清單

4.2.4 數據管理和中央控制及監察系統要求

为了更好地瞭解大樓的運作情況，充分收集操作資訊和數據以進行進一步分析，可以為重新校驗團隊提供獨特的見解，並幫忙確定建築物內需要集中資源的地方。收集感應器的數據可以通過多種方式實現，包括現有的或新的中央控制及監察系統裝置以及可攜式或固定的數據記錄。

由包括感測器和設備的數據點網絡生成的數據可以透過安裝中央控制及監察系統或其他數據記錄設備進行監察。在建立中央控制及監察系統之前，制定要記錄的數據點清單



並確保中央控制及監察系統具有存儲數據點數據的能力非常重要。以下是一些常見的系統數據點清單，建議進行監視和記錄。

建議數據點

數據點	地點	單位
制冷機房		
冷凍水供水溫度	制冷機房	°C
冷凍水回水溫度	制冷機房	°C
冷凍水流量	制冷機房	l/s
個別冷水機功率分析儀	制冷機房	kW
個別冷凍水泵功率分析儀	制冷機房	kW
個別冷凝水泵功率分析儀 (只限於水冷式制冷機房)	制冷機房	kW
個別冷凝水泵功率分析儀 (只限於水冷式制冷機房)	制冷機房	kW
熱水機房		
熱水供水溫度	機房	°C
熱水回水溫度	機房	°C
熱水流量	機房	l/s
鍋爐或供熱設備電錶或燃料錶	機房	kWh

表 4.2.4(a) 建議記錄中央控制及監察系統的數據點列表

用於深入控制分析的數據點

數據點	地點	單位
冷凍水旁通流量	制冷機房	l/s
冷凍水旁通閥門位置	制冷機房	%
冷凍水差壓	制冷機房	kPa
冷凍水泵運行頻率	制冷機房	Hz
個別冷水機冷凍水出水溫度	制冷機房	°C
個別冷水機冷凍水出水溫度設定值	制冷機房	°C
個別冷水機冷凍水回水溫度	制冷機房	°C
個別冷水機冷凍水流量	制冷機房	l/s
冷凝水出水溫度 (只限於水冷式制冷機房)	制冷機房	°C
冷凝水回水溫度 (只限於水冷式制冷機房)	制冷機房	°C
冷凝水差壓 (只限於水冷式制冷機房)	制冷機房	kPa



冷卻塔風扇運行頻率 (只限於水冷式制冷機房)	冷卻塔電機	Hz
送風機送風溫度	送風管道	°C
送風機回風溫度	回風管道	°C
送風機風扇運行頻率	送風機風扇電機	Hz
送風機回風二氧化碳濃度	回風管道	ppm
送風機靜壓	送風管道	Pa
送風機阻尼器位置	送風機新風和回風混合	%
送風機冷卻盤管閥門位置	送風機冷卻盤管	% 或 開/關
房間空氣溫度	房間	°C
房間相對濕度	房間	%
總照明功率分析儀	不適用	kW
總插座功率分析儀	不適用	kW
總升降機和自動扶手梯功率分析儀	不適用	kW
室外乾球溫度	不適用	°C
室外濕球溫度	不適用	°C
室外濕度	不適用	%

表 4.2.4(b)額外記錄中央控制及監察系統的數據點列表

如果沒有適當的規劃和實施，特別是在需要額外硬體的情況下，資料監控的設置和安裝可能會導致高昂的資本成本。建議在建立系統之前，考慮到建築物擁有人或用戶的要求，創建一個要監察的點清單，並根據它們對項目的好處確定優先次序。首先確定必要的數據點，如果財政預算允許，那麼可以考慮新增對建築效能分析有價值的數據點。如果存在現有的中央控制及監察系統，則需要在中央控制及監察系統上進行配置，並且可能需要額外的控制器和頻寬。建築物擁有人可向中央控制及監察系統服務提供者查詢有關係統設定和資料收集選項的更多資訊。

記錄間隔和週期

數據記錄的時間間隔會影響從建築系統收集的信息的質量。一般情況下，建議大多數點類的記錄間隔為 15 分鐘 (ASHRAE guideline 14: 2014 - Measurement of Energy Demand and Water Savings)，在某些情況下，30 到 60 分鐘的數據記錄間隔也是可以接受的。在通過中央控制及監察系統設置數據記錄時，應考慮系統和控制器的記憶體限制，特別是在實現較細的記錄間隔（如 1 分鐘）情況下，這可能會導致更高的安裝和運行成本。有關詳細資訊，請參閱“資料存儲”部分。



存儲記錄資料的持續時間可能因資料類型及其分析用途而異。通常對於受天氣影響操作的系統，建議數據可以存儲至少 12 個月或覆蓋一個完整季節變化週期，以便全面檢查不同季節的操作趨勢。

對於使用臨時數據記錄儀的系統（即可攜式資料記錄儀），可以考慮在每個季節收集 1 至 2 週的數據內來分析不同氣候時的性能表現，這可以縮短數據存儲時間。

有些系統可以為分析提供有用的輸入，但變化不大或不太受天氣影響，如照明和小設備等，如果不能安裝永久性數據記錄儀，則可以在較短的時間內進行測量。記錄 1 周的數據便足以了解一個工作週的操作模式，並可以推斷用於較長時期的分析。

數據格式和標記

不同的中央控制及監察系統供應商導出的數據可以是不同格式或不同文件類型。

中央控制及監察系統數據存檔必須能夠以簡單的文件結構（如 CSV 或 TXT 文件）輸出數據，以便在所選的分析工具中進行分析。數據輸出至少應該提供數據點名稱、記錄的數值和相關的時間戳記。CSV 和 TXT 文件與試算表工具和其他數據分析工具相容，讓用戶可以檢閱這些數據。

在重新校驗技術指引附加資料冊中附件 C 中有常見的數據格式範本供進一步參巧。

數據存儲

如中央控制及監察系統控制器的數據記錄儀具有用於存儲數據記錄的有限記憶體。資料存儲的持續時間可以取決於可用的內記憶體和數據的記錄間隔，通常當達至記憶體容量，舊數據將被新數據覆蓋，這可能從 1 至 10 天不等。為了克服這種情況，應定期將控制器上的數據存檔至中央數據存儲中，以避免資料流失。存檔數據的頻率應小於控制器上可用的數據記錄存儲的持續時間。數據應存檔在中央控制及監察系統的文件系統中、能夠存儲大數據集的數據庫或其他第三方數據存儲解決方案中。除分析功能外，有些數據分析工具還具有存儲數據的能力。

資料存檔檔的大小因存儲格式和存儲資料的方法而異。在一個示例文件中，以 15 分鐘間隔記錄了 10 個數據點 365 天，其格式類似於常用試算表表格（每排代表一個數據點，頭排為時間戳，見附加資料冊附錄 C 樣本 1），存儲在 CSV 文件需要大約 3Mb 的數據存儲空間。

4.2.5 對中央控制與監察系統或日誌表數據進行初步分析

重新校驗團隊應根據中央控制及監察系統或日誌表的數據進行分析並檢查數據的精準和合理度。初步分析中應包括以下項目：

1. 冷水機組
2. 散熱系統
3. 輸水系統
4. 配風系統
5. 電子系統
6. 照明系統
7. 升降機和自動梯

通過這樣做，重新校驗團隊可以評估現有建築系統目前的運行情況，制定新的場地測量計畫，並初步確定需要進一步調查的操作故障領域。

下面的示例詳細說明了重新校驗團隊應該檢查的常見錯誤操作。這些例子涉及在溫暖氣候中經常對暖通空調系統的能量效能和/或耐久性產生負面影響的故障。

輸水系統－控制快速變化－送風機冷卻盤管閥控制

情況

送風機（AHU）中的冷卻盤管具有調節閥以調節冷凍水的流量，以滿足設定點要求。

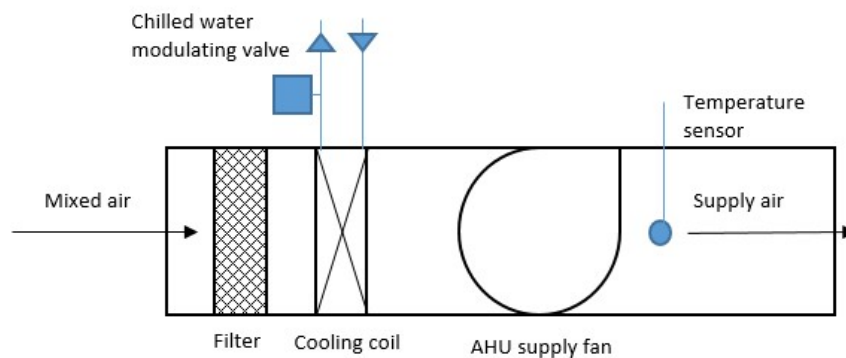


圖 4.2.5(a) 冷凍水閥數據點位置示意圖

故障識別

在這個示例中（參見圖 4.2.5(b)），冷卻盤管閥在 0% 到 40%（綠線）之間進行快速調節，因此難以保持穩定的送風溫度（藍線）。

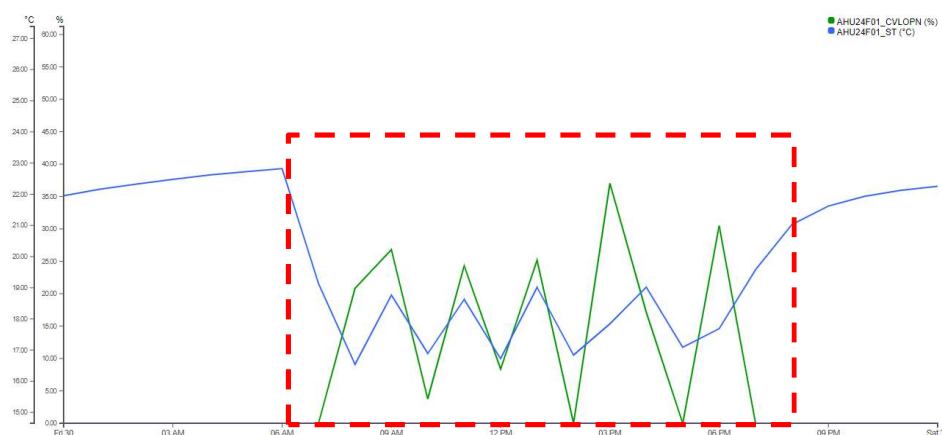


圖 4.2.5(b)控制快速變化數據示例

建議行動

這可能是由於當前系統中的控制設定點和寬帶設定造成的，應該進一步檢查。

輸水系統—額定制動功率—冷凍水泵額定制動功率比較情況

設備製造商提供泵和其他部件的額定功率，但重要的是要驗證所安裝的部件的實際功率。

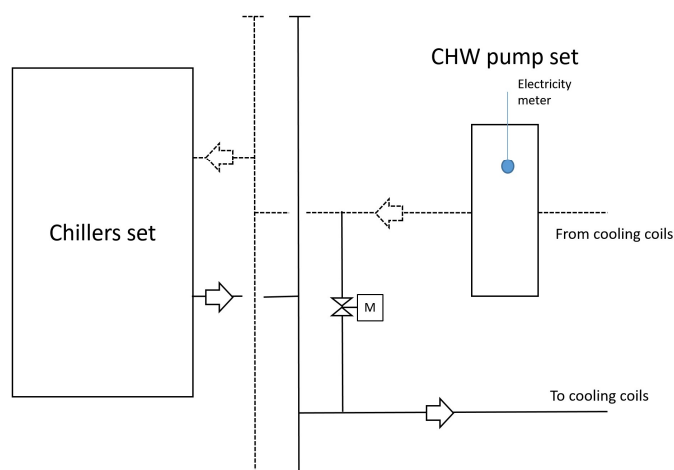


圖 4.2.5(c)冷凍水泵電錶數據點位置示意圖

故障識別

在本例中，根據操作和保養手冊，冷凍水泵額定制動功率為 11.9kW。然而，從能量計記錄顯示的功耗卻在 26.5kW 到 40kW 之間（見下文）。

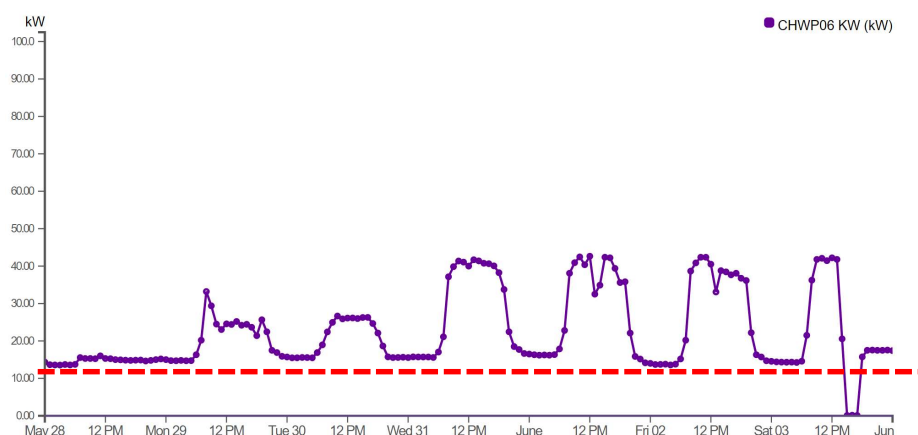


圖 4.2.5(d)測量電耗和額定制動功率對比示例

建議行動

應檢查記錄數據點的位置。此外，應檢查電錶，以確保已校準。

配風系統—運行時間—送風機超時運行情況

在暖通空調氣側，記錄的數據可用於檢測與運行時間有關的超持問題。在設定的運行時間以外運行，導致空調系統不必要的能耗。

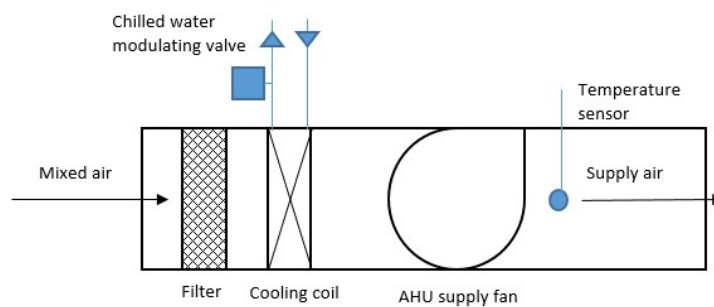


圖 4.2.5(e)送風機數據點位置示意圖

故障識別

從以下的圖表（圖 4.2.5(f)）中可以看出，送風機超出了預定時間（早上 6:00 到晚上 7:00）運行。在預定的工作時間外檢測到氣流量（~1000 l/s）。

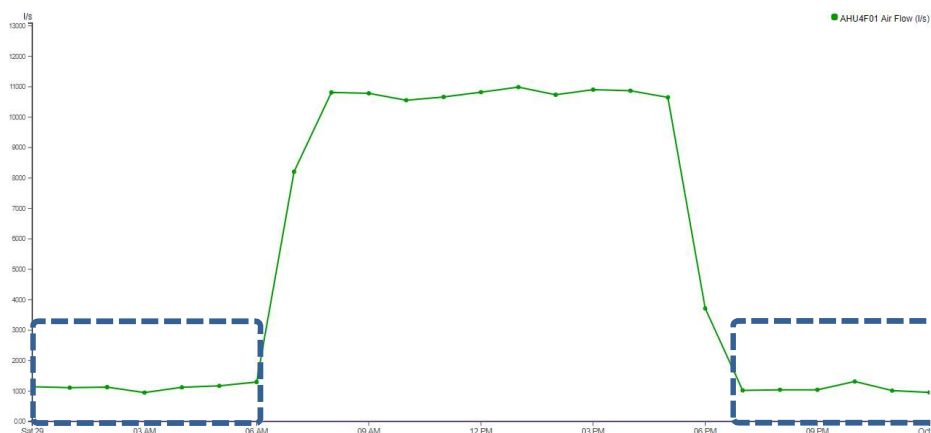


圖 4.2.5(f)送風機超時操作數據示例

建議行動

檢查運行時間設定，確保非運行時間操作是有意的。應檢查控制模式以確保它不被手動模式覆蓋。

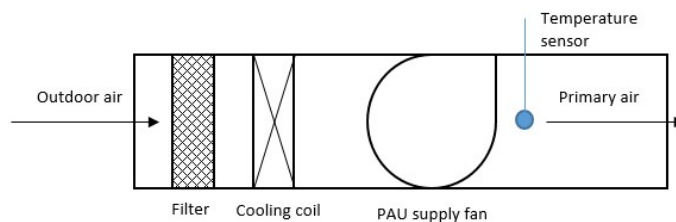
配風系統—運行時間—新風送風機超時運行

圖 4.2.5(g)新風送風機數據點位置示意圖

情況

新風送風機運行時間為上午 8:30 至下午 6:30。

故障識別

如下圖所示（圖 4.2.5(h)），可以看到上午 6 點到 9 點之間的氣溫下降。這時段不屬於送風機的預定運行時間表，從而導致浪費能耗。

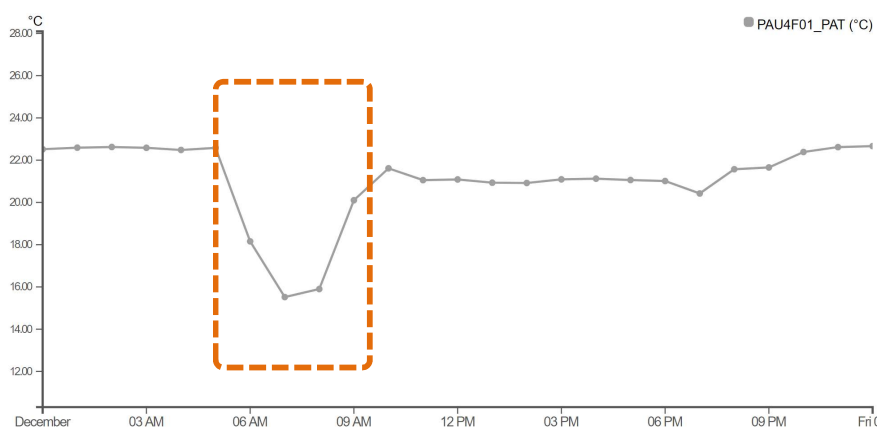


圖 4.2.5(h)新風送風機超時操作數據示例

建議行動

應檢查已設定的運行時間表。也應檢查冷卻盤管閥，以確保正常運作。

照明系統 — 夜間照明能耗情況

非工作時間內照明應關閉。

故障識別

下圖表顯示夜間照明能耗顯著。

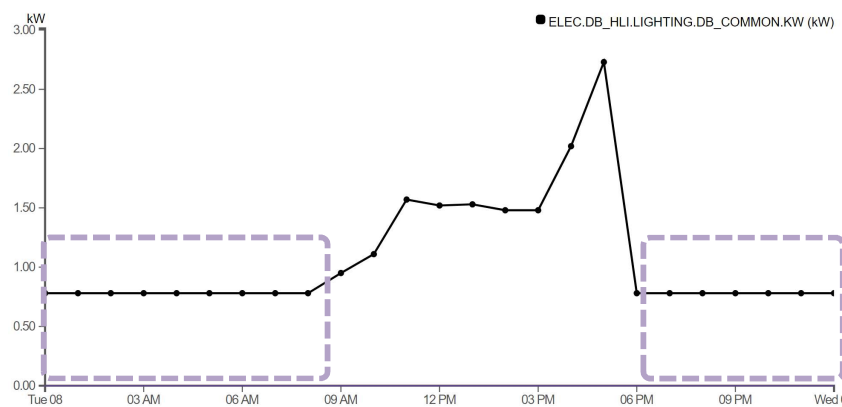


圖 4.2.5(i)照明超時操作數據示例

建議行動

檢查是否故意開燈。如果有自動控制設定，可檢查時間設定。

建築物小型設備 — 觀察到顯著的基礎負荷

情況

夜間設備負荷應減少，以維持需要持續運行的設備。

故障識別

在夜間觀察到非持續設備負荷（注意：可能有一些基本負荷連續運行的需求，例如冰箱）。．

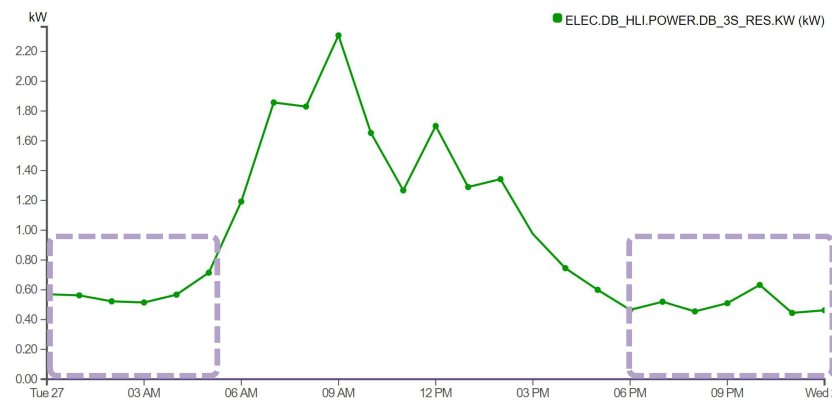


圖 4.2.5(j) 小型設備超時運行數據示例

建議行動

應識別任何不需持續操作的設備並將其關閉。

4.2.6 考慮運用能耗模擬（可選項）

如果有足夠的建築資料，建築物擁有人可考慮利用能耗模擬進行分析。在某些情況下，當數據有限時，可利用電腦模擬和歷史天氣參數來推斷超過一年的表現。

能耗模擬可用於（1）精確地評估建築物的能耗分佈和（2）評估能源成本節省並幫助選擇合適機遇。

詳情請參閱第 4.6 節－能耗模擬重新校驗的應用（可選項）。

4.2.7 制定重新校驗計劃

為了總結在規劃階段的所有發現和計劃重新校驗中優化現有建築的後續行動，重新校驗團隊將制定一份重新校驗計劃，其中包括以下項目：

規劃階段的調查結果摘要

- RCx計劃
- 對中央控制及監察系統或日誌表數據的初步分析
- 能耗模擬初步分析（可選項）

在其他階段採取的行動

- 現場測量計劃
- 需要收集的數據
- 需要驗證的數據

本指引提供了重新校驗計畫的示例，以供進一步參巧。

表格 1.4 重新校驗計劃樣本

4.3 階段二：調查

在調查階段中的程序和預期成果如下所示：

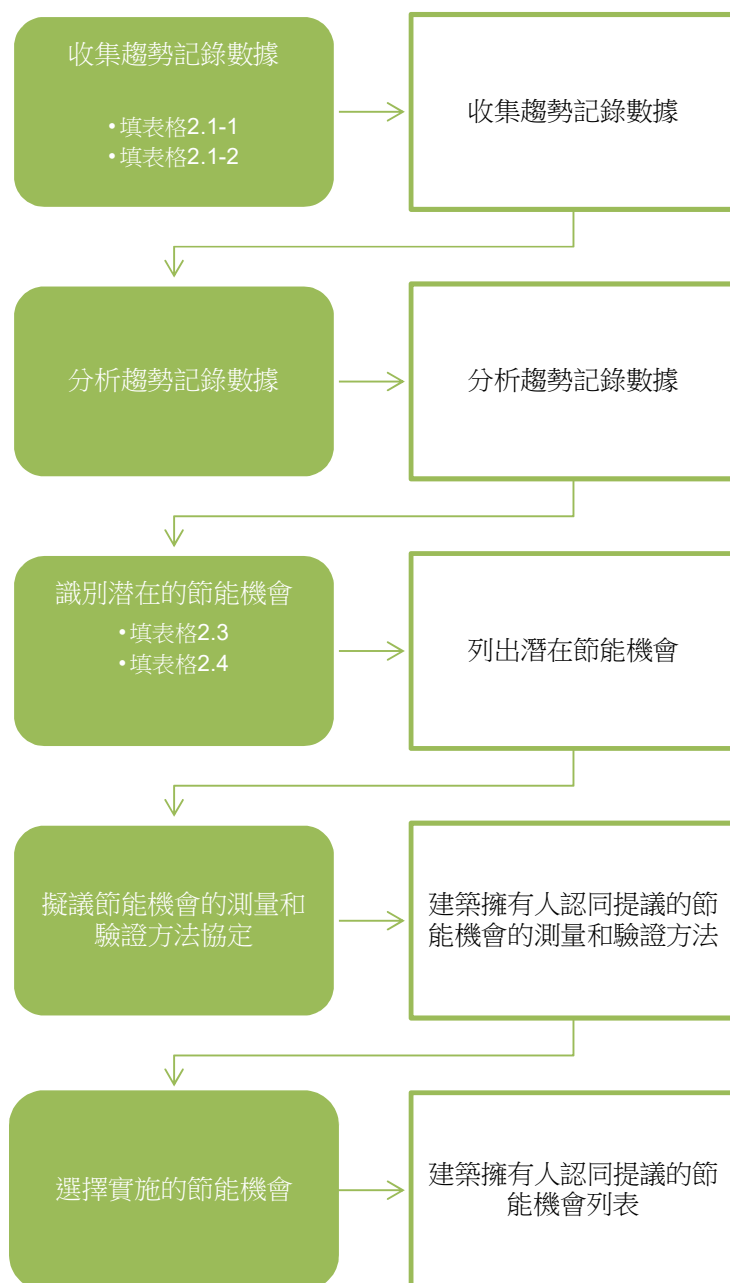


圖 4.3 調查階段的流程表



4.3.1 收集趨勢記錄數據

在收集時間序列運行數據的過程中，通常間隔從 15 分鐘到 1 小時不等。重新校驗團隊可以直接從中央控制及監察系統收集趨勢記錄的數據，前提是：a) 建築物已安裝了中央控制及監察系統，b) 有充足和準確的趨勢記錄數據以進行分析。

但對於沒有安裝中央控制及監察系統或中央控制及監察系統的數據存儲或展示有所限制的建築物，重新校驗團隊可使用便攜式數據記錄儀來收集數據。

中央控制及監察系統如何收集趨勢記錄數據

- 通常可以從中央控制及監察系統直接收集大量數據。
- 找出適當數據點，並對有關被測量/控制的內容提供有意義的描述。可考慮使用標籤。
- 確保感應器運作正常，並在必要時對其進行校準。
- 根據數據的類型和分析方法，中央控制及監察系統收集間隔將有所不同，但通常的間隔是以分鐘（即15分鐘，30分鐘…）至每小時計。
- 數據收集至少應該覆蓋一個完整的操作週期（一天、一周、一個月、一年…），這取決於建築物的操作和季節變化。例如，辦公樓的照明時間表可能具有每週的操作週期，並且它們在一年中不會有太大變化。另一方面，冷卻塔的效能在一年中會有所不同。因此建議收集一年的數據，以便進行包括所有季節的年度分析。

便攜式數據記錄儀如何收集趨勢記錄數據

- 使用可攜式數據記錄儀時，建議的測量週期為至少一個星期，以便進行有意義的分析。
- 數據應在最有可能發生操作問題的季節收集。
- 如果這些數據準備用於測量和驗證，應執行品質保證測試，以確保按測量和驗證計劃中的規定正確地記錄數據。

表格 2.1 提供數據儀的列表

表格 2.2a 至 2.2g 提供數據收集表樣本

使用中央控制及監察系統數據作為分析基礎時通常面臨的問題可分為 a) 數據數量問題和 b) 數據品質問題。

數據量問題指的是缺乏部分或全部的讀數。數據的部分損失也稱為缺口。品質問題可能由技術問題引起，例如電池電量低或存儲容量不足。另一方面，數據質量指的是所報告的數值中出現錯誤。

雖然數據量問題通常可在逐個案例上解決，但是數據品質問題並不容易識別。這兩種類型的問題應該在利用可用數據進行建築效能分析之前解決。

在本節中，列出了數據品質問題的常見示例。

數值超出範圍 — 數值在合理範圍之外（高於或低於）

情況

在這個例子中，送風機的送風溫度範圍通常在 10°C 到 15°C 之間，回風溫度範圍在 17°C 到 23°C 之間。

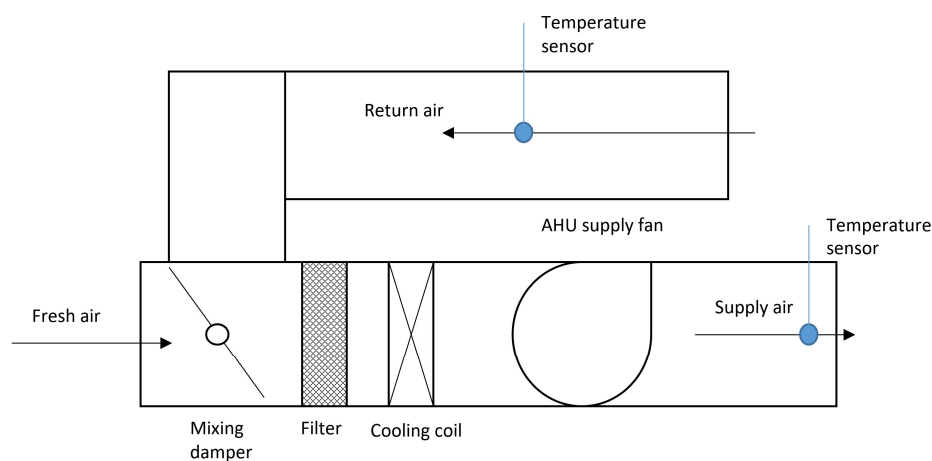


圖 4.3.1(a)送風機送風和回風溫度數據點位置示意圖

識別數據品質問題

在下圖（圖 4.3.1(b)）中可以看到，回風溫度感應器經常記錄極低的溫度。

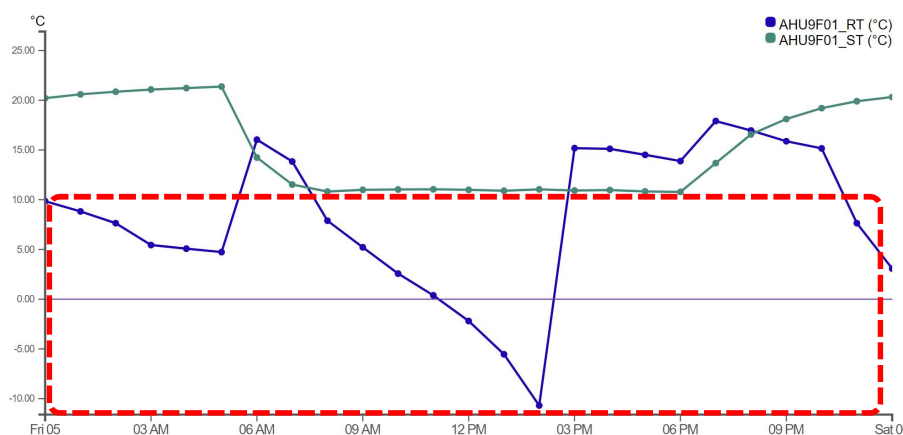


圖 4.3.1(b)溫度超出範圍數據示例

建議行動

建議檢查感應器是否有故障。

感應器校準或位置 — 類似感應器之間的讀數出現大差異情況

在下圖中，安裝在天花板上的溫度感應器（圓圈內標記為“T”）分佈在多功能教室中。

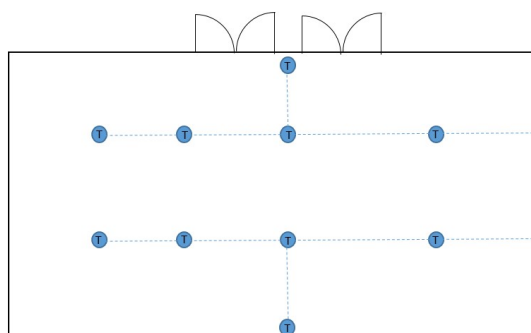


圖 4.3.1(c)室溫感應器數據點位置示意圖

識別數據品質問題

該圖顯示了多功能教室的室溫數值。感應器之間的溫差高達 7°C。

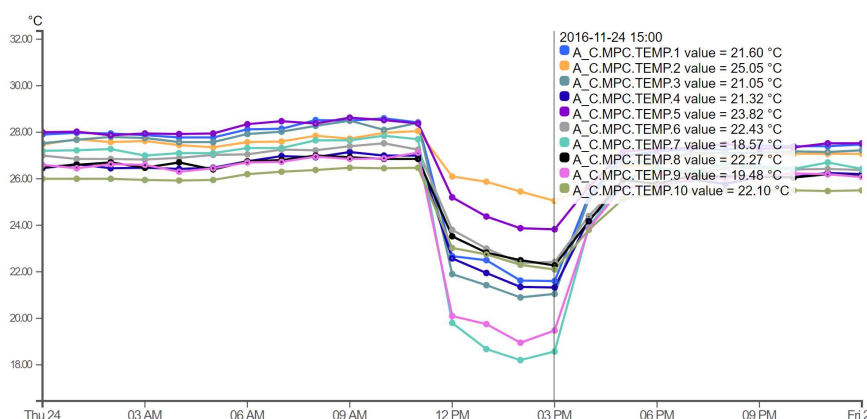


圖 4.3.1(d)感應器讀取不一致數據的示例

建議行動

感應器需要重新校準和/或重新排列感應器位置，以避免過於接近空氣供應擴散器，導致室溫讀數不準確。

4.3.2 分析趨勢記錄數據

當解決了數據量和品質問題，重新校驗團隊就可以使用趨勢記錄數據更好地分析能耗設備或系統的運行趨勢，並確定運行改進的領域。

作為初步分析步驟，重新校驗團隊應繪製操作數據的趨勢，以便視覺化：

(1) 室內空氣溫度、冷凍水供回溫度、冷凍水流量等各種關鍵參數的小時、日、週、月的變化趨勢。

(2) 比較參數以評估一個參數在另一個參數改變時如何變化，例如總運行冷水機負荷如何隨總冷卻負荷變化。

從圖表中，重新校驗團隊將發現哪些節能機會可能導致低效率能源應用或惡劣室內環境，如室內氣溫經常高過或低於設定值，或夜間操作冷水機的效能系數低於可接受範圍。透過分析趨勢記錄數據，可推測出潛在的操作問題。

在暖通空調方面，不同感應器或電錶之間的比較是檢測和診斷運行故障的有效策略。因為建築物中的組件和系統之間存在強烈的相互作用。

這些比較通常由熟悉系統實際運作情況的人員或有經驗的建築設備顧問進行。因此本指引將不詳細介紹這些類型的分析，但提供了一個示例以作說明。

閥門位置 — 當操作關閉時，送風機閥開維持打開狀態

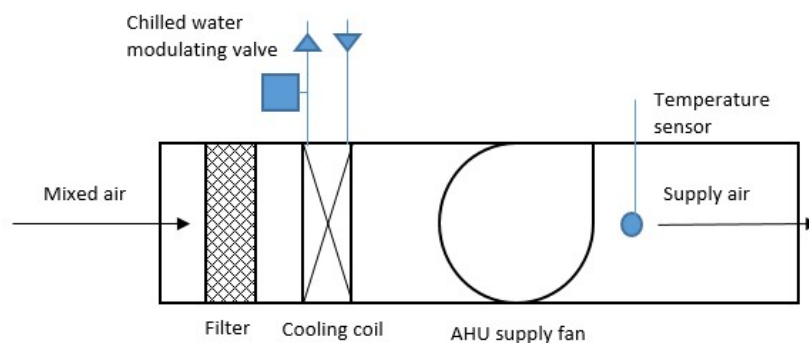


圖 4.3.2(a)送風機冷凍水閥數據點位置示意圖

情況

送風機冷卻盤管閥應根據送風機的運行情況控制在開關或調節開啟位置。

故障識別

在下面的示例（圖 4.3.2(b)）中，儘管風扇（棕色線）已經停止運行，送風機冷卻盤管流量（藍色）仍然在運行。

建議行動

閥門位置應作定期檢查。應檢查操作時間設置。

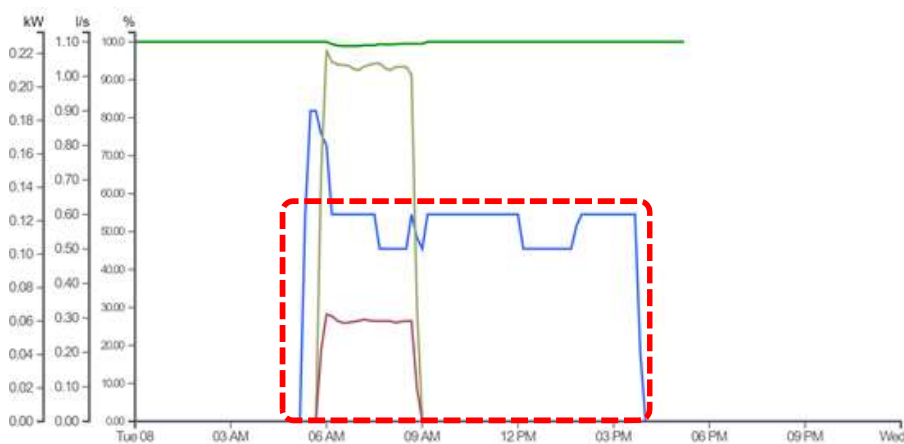


圖 4.3.2(b)閥門位置不一致的數據示例

4.3.3 識別潛在節能機會

當在設備和系統調查測試結果的幫助下找出所有潛在的操作問題時，就能識別節能機會。重新校驗團隊將制定一份節能機會列表，其中詳細列出節能效果，回本期，實施期

與對正常操作的干預和節能的測量和驗證方法。節能計算的步驟應清楚地向建築物擁有人展示。此外，如果節能機會需要維修物品，應清楚列出擬議修理物品的清單供建築物擁有人考慮。

表格 2.3 提供潛在節能機會列表

表格 2.4 提供建議維修物品列表

4.3.4 設定節能機會的測量和驗證方式

測量和驗證使建築物擁有人能夠在實施後以可靠、透明、公正和可重複的方式確定節能機會的有效性。

為確保出現這種情況，每個擬議的節能機會都應向建築物擁有人匯報詳細的節能估計、計算方法、實施成本和初步的測量和驗證計畫。應與建築物擁有人明確商定所採用的計算方法，以便重新校驗小組在實施階段根據商定的測量和驗證（M&V）選項執行相同的計算以確定實際節能情況。

根據每個節能機會的性質，每個項目的節能計算會有所不同。根據 EVO 10000-1:2014 – International Performance Measurement and Verification Protocol – Core Concepts，存在四種測量和驗證選項；下面介紹了每個選項的整體描述。其他代替方法可參考 ISO 17741:2016 – General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects 和 ASHRAE Guideline 14:2014 - Measurement of Energy Demand and Water Savings。

選項 A — 節能機會隔離：關鍵參數測量

此選項通過在測量邊界內測量最重要的關鍵參數和大概估計其他次要參數來預計節能機會的節省。這種方法對節省的預計帶來不確定性，但是當估計的參數或多或少已知時，它是高成本效益的測量和驗證選擇。

例如，如果節能機會需要用更高效的照明設備替換現有的照明設備時，安裝前後的電力需求將是關鍵參數。在這種情況下，照明設備的運行時間數應由所有相關利益方估算並達成一致，確保節能機會前後計算的運行時間相同，以確保測量和驗證方法與類似方法進行比較。還應估計因內部照明熱量減少（以及測量邊界以外的其他能源影響）對暖通空調性能造成的影響。在本例中，在節能機會安裝前後的現場（即時）或短期（幾天）測量便足以估算節能。

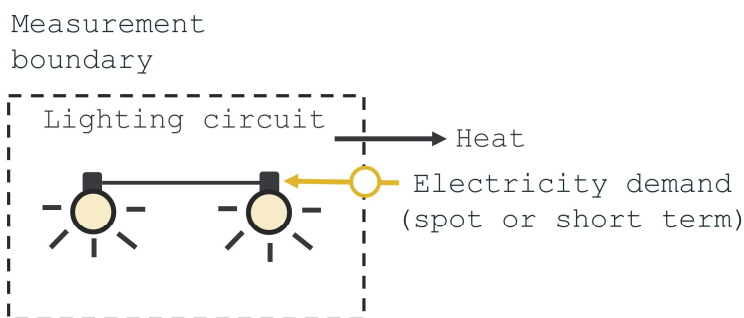


圖 4.3.4(a)測量 and 驗證選項 A 示例說明

選項 B — 節能機會隔離：測量所有參數

此選項通過在相關測量邊界內測量所有與能源相關的參數來預計節能機會的節省。此方法依靠分錶數據通過比較實施前後能源使用來預計節省量。

例如考慮一個節能機會，需要用新的冷水機替換舊的冷水機。電力和負荷的測量應在實施前後進行。這些測量將允許計算可用於確定節省的效率。如果有中央控制及監察系統，可以在感應器校準後用於數據收集。建議採用 1 年的基準期，但也可採用季節性方法計算冷水機組效率。在沒有中央控制及監察系統的情況下，應考慮安裝電能表的費用。對於數據收集可以考慮樣本測量，在 IPMVP 中提供的公式可以用作估計樣本大小，以達到所需相對精度、置信水準和變異係數的大小的參巧。

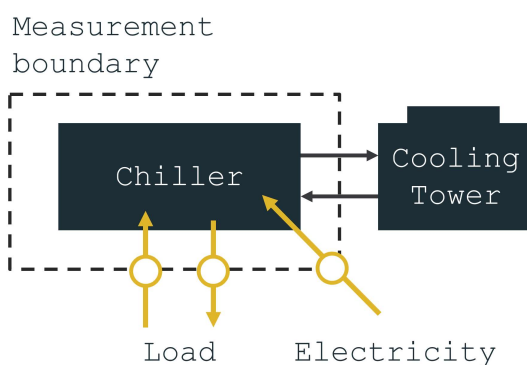


圖 4.3.4(b)測試與驗證選項 B 示例說明

選項 C — 整個設施

全設施計量使用電費帳單數據，根據冷卻度日數（CDD）和其他設施調整使用考慮天氣變化的調整基線來估計整個設施的節能。當要實施多個節能機會並且不需要單獨估計節省時，此選項是理想的選擇。如果設施的性能取決於天氣，建議至少有 12 個月的基線週期（不應少於 9 個月，包括

冷卻高峰期)。這項建議是由 EVO 10000-1:2014 – International Performance Measurement and Verification Protocol – Core Concepts 提出。

如果已安裝中央控制及監察系統，可以用來確定可能對能耗產生影響的設施調整，如運作時間和冷卻設定值。如果沒有安裝中央控制及監察系統，則需要與操作和保養隊伍密切聯絡，以便從建築日誌中獲得此資訊。

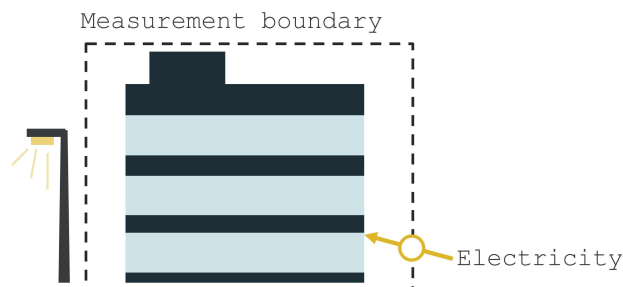


圖 4.3.4(c)測量和驗證選項 C 示例說明

選項 D-校準模擬

在校準模擬選項的情況下，使用能耗模型直接提供節省的估計。當實施多個節能機會並且需要分別估計節省時，此選項最為有用。此外，當基線數據有限或不存在時，例如，計量器安裝與實施節能機會同步，選項 D 也很有用。

在所有情況下，應估計模型的不確定性，以確定模型是否在可接受的校準範圍內，從而準確地估計節省（考慮參巧 ASHRAE Guideline 14:2014 Annex C）。

對於這個選項，有否安裝中央控制及監察系統情況下獲得的數據與選項 C 描述相同。

這種方法的附加好處包括在實際實施節能機會之前進行模擬分析，好讓作出明智的選擇，以及在持續校驗階段提供基準測試。然而，備選方案 D 被視為是一個進階的備選方案，因為需要建立模型的專門知識和對建築特點有深入瞭解，這都對測量和驗證成本產生影響。

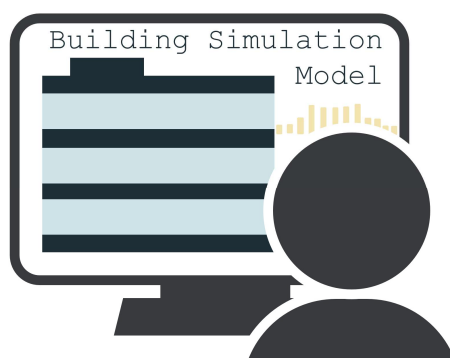


圖 4.3.4 (d) 測量和驗證選項 D 示例圖

下表總結可用於估算節省的每個測量和驗證選項的主要特點，但是關於這些的詳細資訊可參考 EVO International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)，EVO 10000 - 1:2014。

途徑	測量和驗證選項	所需措施測量	應用
節能機會隔離	選項 A	基準和報告期內的一個關鍵參數。	照明節能機會，以便根據運行計畫計算運作時間。
	選項 B	基準和報告期內的所有重要變數。	變速驅動，冷水機組。
全設施計量	選項 C	基線和報告期內的電費帳單數據。 天氣數據和其他建築物的調整。	要實施多個節能機會或一個節能機會的預期節省能耗高於 10%。
校準模擬	選項 D	一般建築資訊。 基線或報告期內的重要變數。 天氣數據和其他建築物的調整。	沒有可用的基線資料。 節能機會會影響許多系統。 設施的許多系統都受到 ECM (s) 的影響。

表 4.3.4(a)測量和驗證選項總結表

美國能源部國家可再生能源實驗室的報告中提出了另一種選擇，稱為“認為方法 Deemed Approach”，當提議的節能機會相對普遍、其估計節能量較少和在設備層面時，可以考慮這種方法。評估人員可以認為節省而不用模擬它們。使用試算表工具計算節能量並遵守報告中提出的功能要求。有關詳細資訊，請參閱 National Renewable Energy Laboratory Chapter 16: Retrocommissioning Evaluation Protocol Report。

一般而言，合併和脆弱的成本取決於要計量的變數數量、所需的電錶數量、電錶保養費用、基準和報告週期、所需的分析、滙報頻率和不确定性限制。對於選項 D 的情況，應考慮建立和校準建築能耗模型的費用。可在個別個案上列入額外的測量和驗證費用。IPMVP 中 EVO 10100-1:2018 – Uncertainty Assessment 引用於評估計量、取樣和建模的不確定性。

測量和驗證預算應考慮預期節能量、回報期和可接受的不確定性。一般而言，普遍接受測量和驗證的預算不應高於預期或已實現節省的 10%。如需進一步參考，請參閱 IPMVP 中 EVO 10000-1:2012 Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings Volume。

在下表(表 4.3.4(b))中，列出了不同非詳盡的節能機會情景，並包括建議的選項。EVO 1000-1:2014 中，附件 A 提供了一個流程圖，有助於根據成本和預期節能量確定哪種測量和驗證選項較適合。此外，附件 B 列出了一系列更全面的情景及其建議的選項。

情景	建議選項				
	A	B	C	D	Deemed Approach
- 預計節省少於設施總耗量的 10%。 - 節能機會可以在合理的測量邊界內隔離。 - 大部份參數可以估計，僅考慮對單個關鍵參數進行測量。	✓				
- 預計節省少於設施總耗量的 10%。 - 節能機會可以在合理的測量邊界內隔離。 - 由於高變異性，所有重要參數都應通過感應器和能量計進行測量。		✓			
- 要實施多個節能機會或一個節能機會的預期節省能耗高於10%。 - 可取得實施節能機會前後的實用數據。			✓		

不需要單獨評估節能機會的影響。					
- 需要評估節能機會對整個設施的影響。 - 可取得實施節能機會後的實用數據，但實施前的數據不完整或完全不存在。 - 需要單獨評估節能機會的影響。				✓	
提議的節能機會相對普遍、其估計節能量較少和在設備層面。					✓

表 4.3.4(b)針對不同情況的建議測量和驗證選項

最後，每建議節能機會都應附有一份初步的測量和驗證計畫，其中應載有以下章節（如 ISO 50015 - 2014 所界定）：

1. 所選項在測量和驗證邊界內的能源使用記錄文件
2. 確定適當的基準週期
3. 確定建立數據收集計畫所需的資訊
4. 確定基準期的所需數據
5. 確定現有能耗數據
6. 確定所需的測量和驗證設備

4.3.5 選擇實施的節能機會

重新校驗團隊應基於對潛在改進和節省機會的成本效益分析，與建築物擁有人討論要實施的選項。

根據經驗，首先確定無額外成本的行動項目，然後確定低成本行動項目，最後確定資本更新項目，尤其關注高能耗設備。

應在實施階段之前與建築物擁有人就測量和驗證方法和計算方法達成協議，初步的測量和驗證計畫應更新至 ISO 50015 - 2014 所界定的最終版本。它將確保測量和驗證過程中的六個基本步驟得以實現的，這些步驟為：

1. 制定測量和驗證計畫，其中包括選擇 EVO 1000 - 1:2014 中界定的測量和驗證選項
2. 收集數據
3. 驗證節能機會的實施
4. 進行測量和驗證分析
5. 建立測量和驗證報告
6. 如有必要，重複上述過程

4.4 階段三：實施

實施階段的程序和預期可成果如下所示：

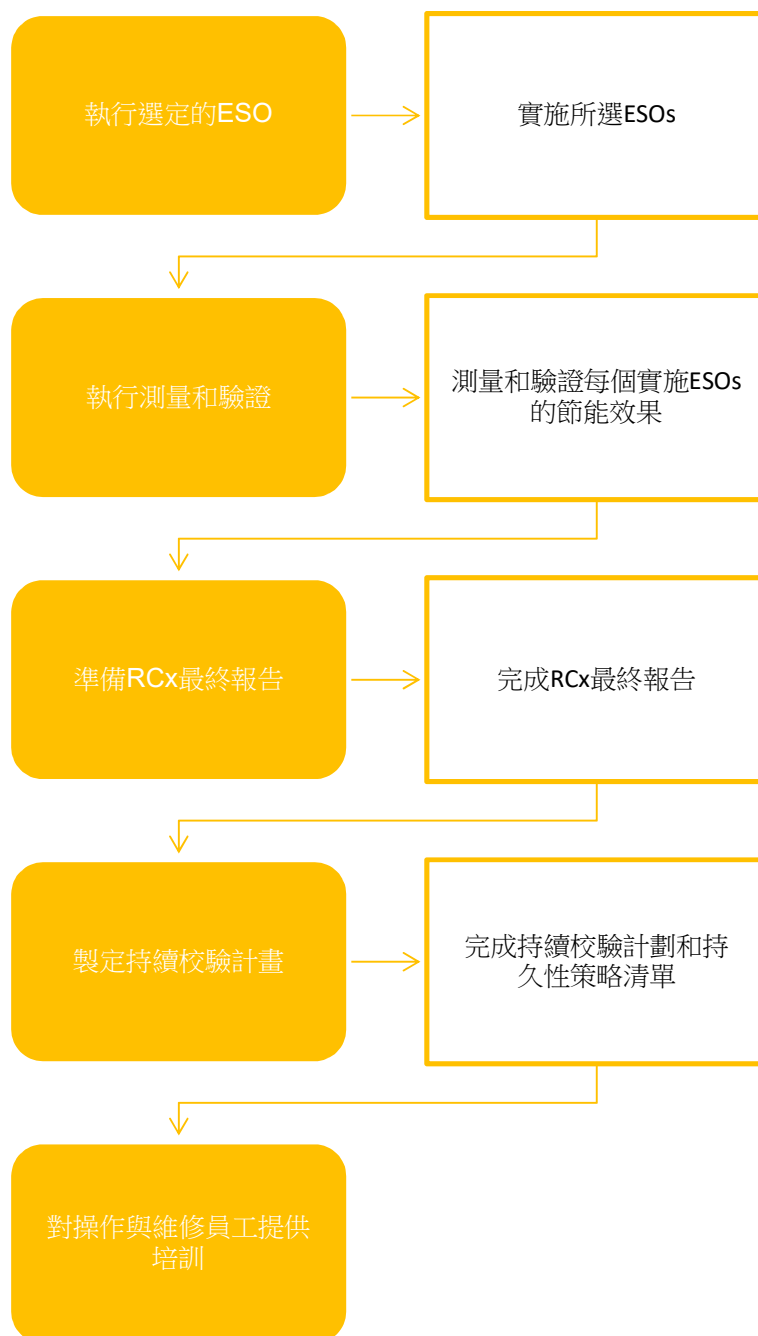


圖 4.4 實施階段流程表

4.4.1 實施所選節能機會

建築內部的操作和保養隊伍可自行實施所選的節能機會。否則如有需要，建築物擁有人可聘請承建商執行所選的節能機會及相關的實施工作。在實施計劃中，每個節能機會都應該有清晰的描述。重新校驗團隊可選擇最合適的糾正方式，然後組織和確定重新校驗實施計劃所需的工作。

建築物擁有人可選擇分階段執行實施計劃以符合預算或減少對系統操作的干擾。因此重新校驗團隊應與建築物擁有人和操作和保養隊伍討論以便各方同意重新校驗實施計劃。

4.4.2 執行測量和驗證

在實施所選的節能機會後，重新校驗團隊應收集實施後的數據，然後核實節能情況。將實施後的數據與原本基準數據進行比較，檢查是否達到預期的節能效果。此報行過程應根據第 4.3.4 節設定節能機會的測量和驗證方式所制定的測量和驗證規劃書。

測量和驗證報告通常包括（如 ISO 50015 - 2014 所界定）：

1. 已實施的節能機會清單
2. 計畫但未實施的節能機會
3. 已實施的節能機會與原計畫的差別
4. 設施調整記錄文件
5. 能耗表現或能耗改善結果

實施後的數據可用於更新節能估算。這些數據也可用於為建築系統的性能建立新的基準。在設備或系統的生命週期中，新的基準可用於建立標準或參數以跟踪改良後表現是否操作正常。

請注意，對於某些依賴季節的節能機會（例如空調和採暖節能機會），可能無法在實施階段進行完整的測量和驗證計算，因為這個階段可以在適當的季節或天氣條件發生之前完成。在這些情況下，應發佈初次測量和驗證報告（第 0 年），僅包含擬議（預測的）節能量。之從報告（第 1 年，第 2 年，第 n 年…）將在持續校驗階段發佈。所有測量和驗證報告和計算方法都應該與 0 年建立的方法保持一致。

下圖顯示不同重新校驗階段的測量和驗證步驟。



圖 4.4.2 重新校驗階段和測量和驗證步驟

4.4.3 制定重新校驗最終報告

最終報告是該項目的綜合記錄，該記錄可成為操作和保養隊伍現場資源的一部份。最終報告的具體內容應包括但不限於以下內容：

- 摘要
- 現有設施操作需求
- 調查結果與實施措施的描述
- 更新節省估算和實際改良成本
- 中央控制及監察系統趨勢計劃和數據記錄儀診斷／監察計劃
- 所有設備與系統調查測試和結果
- 建議進行再行校驗的頻率
- 完整地記錄修訂或全新控制序列（或列明存放位置）
- 保養新改良的建議
- 培訓摘要包括培訓材料
- 建議進一步調查的資本改進清單

4.4.4 制定持續校驗計劃

為了確保重新校驗項目的好處在項目完成後得以持續，重新校驗團隊應協助建築物擁有人確定有效地維持新改良表現的最佳策略，以下是可行策略的例子：

- 制定更新文件檔案的政策和程序
- 為註場員工提供持續培訓
- 確保高效的操作性能
- 追蹤能源和系統性能
- 定期為建築進行反覆校驗，密切注意原本重新校驗的改良好處仍然有效
- 制定持續校驗計劃
- 把持續收集的操作數據導入模擬模型（如有）中進行持續能耗分析和預測

4.4.5 為操作和保養隊伍進行培訓

建築物營運商，經理和操作和保養隊伍應具備正確的知識和技能以確保重新校驗的好處得以長期維持。重新校驗團隊應在項目結束時為操作和保養隊伍制定和舉行額外培訓，以提供一個機會讓員工了解如何保養重新校驗的改進。以下是培訓的例子：

- 一個培訓課程涉及一個教室研討會，其中包括一些關於建築設備實踐示範。培訓可考慮錄影
- 在一定時期後舉行一次後續會議；這段時間的目的是讓受訓人員有足夠的時間考慮相關後續問題並在會議討論處理
- 通過對持續校驗階段的 KPI 分析，向員工提供解釋，使他們更瞭解大樓的性能表現
- 開展操作和保養隊伍的問答環節

- 錄影訓練用作將來參考和培訓新的操作和保養隊伍的資源

4.5 階段四：持續校驗

持續校驗階段的程序和預期成果如下所示：

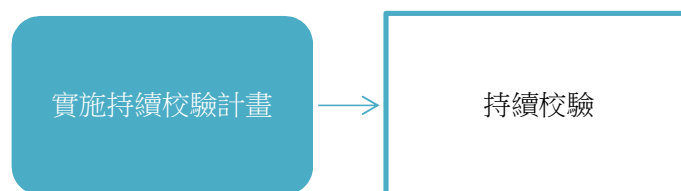


圖 4.5(a)持續校驗階段流程表

在這階段中，持續校驗將重點放在維持建築系統以最有效的方式運行。此過程（計劃或非計劃）都應持續在整個建築的生命週期出現。為實現這目標，需要不斷收集數據並與之前的重新校驗所述的建議進行比較以確保持續實施改進。

如果決定以定期方式進行持續校驗，建議 3 至 5 年進行一次。然而，通過監控式校驗 Monitoring Based Commissioning (MBCx) 的持續校驗策略是更受推薦的方法，這也是 LEED 評級系統中的評分要求之一。通過監控式校驗旨在向建築運營商提供持續反饋，建立預測基線、基準測試、追蹤效能（能耗、用戶和工作人員表現）的變化並加強溝通。此外，通過監控式校驗可以用作建築系統的預防措施，專門針對用戶投訴和其他緊急糾正措施。

通過監控式校驗的建議工作流程包括感應器校準、數據收集、準備用於分析的數據、數據分析、關鍵效能指標計算或估計以及報告操作問題（如有）。在報告操作問題的情況下，應該執行糾正措施，同時可在建築手冊中記錄解決方案，並且用通過監控式校驗追蹤建築效能。



圖 4.5(b)持續校驗流程表

關鍵效能指標（KPI）樣本：

1. 設備或機房效率
2. 冷凍水溫度範圍和接近溫度退化
3. 整體建築用電量
4. 系統用電量



設備或機房效率

由於空調系統是建築物內的主要能源消耗者之一，確保其全年為持高效運行尤其重要。在實施改進空調系統節能機會後，定期監察其表現效率可用作保持系統在最佳狀態的指標。

如果有足夠的資訊，冷水機組效率可以計算為 COP。下表提供了《建築能源審核實務守則》建議的冷水機組效率計算。

設備	度量
冷水機組效率	$\frac{\sum \text{冷水機、冷卻塔風扇、冷凍水泵 kW}}{\text{kW 負荷}}$

表 4.5(a)冷水機組效率計算實例

冷凍水溫度範圍和接近溫度退化

在具有主迴路和次迴路的典型冷凍水系統中，主迴路通常是恆定流量，而次迴路將是可變流量以提供空調終端的冷卻需求。旁路管道將兩個冷凍水迴路分離。

實際上，特別是在部分負荷運行期間，由於缺陷流動問題，冷凍水系統可能無法像預期的那樣有效運行，這意味著次迴路所需的流量超過主迴路的流量，次迴路流量未能因應實際需求或負荷適當地調整。這導致回流冷凍水流過旁路管道並與供應冷凍水混合，使向終端設備的供應溫度升高，從而溫差低於設計值。

在高負荷或峰值負荷情況下，可以對冷凍水供水與回水的溫差進行監察並與設計值進行比較，如果溫差遠低於設計值，則應進一步調查以找出存在的問題。

系統溫差退化的原因可能是由於盤管變臟，控制閥退化，流量控制不匹配和設定點配置。



下面的示意圖說明應該監視的數據點位置，以識別系統溫差問題。

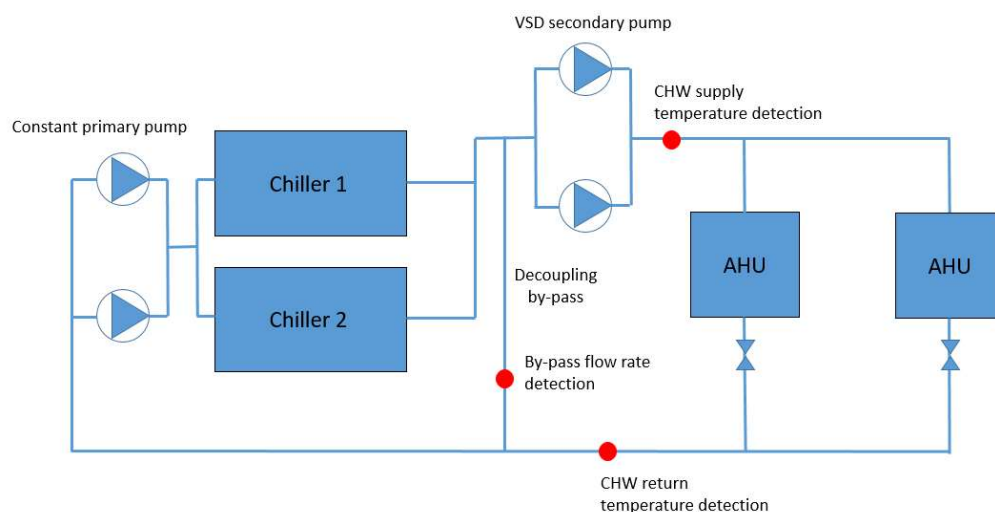


圖 4.5(c)用於系統溫差退化分析在恆量主迴路和變量次迴路的監察點

即使只有主循環，也可能出現系統溫差退化問題，而較有可能發生在恆定流量配下。當冷卻負荷需求減少時，過量的冷凍水供水將通過旁路管道。這導致冷凍水回水溫度過低，從而降低冷凍水系統的整體效率。

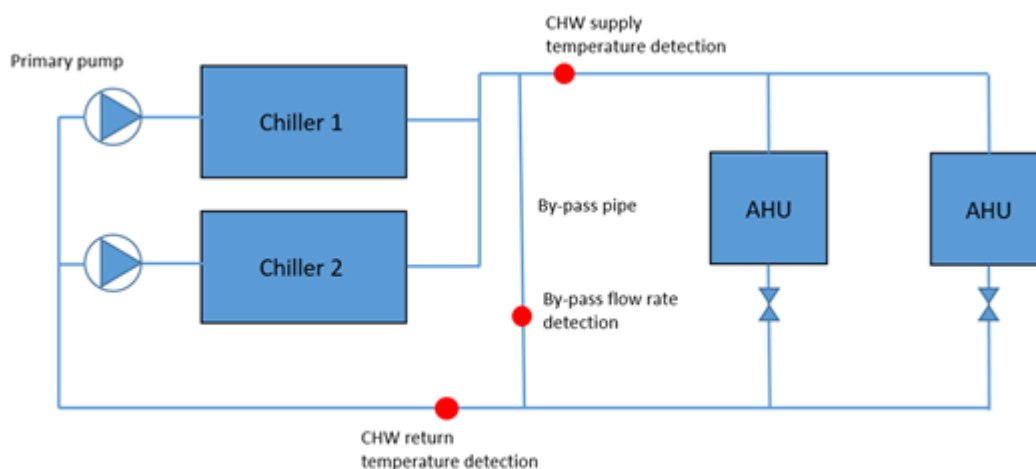


圖 4.5(d)用於系統溫差退化分析在主迴路的監察點

可以監視以下數據點以評估是否發生系統溫差退化。

- 冷凍水供應和回水溫差
- 設計溫差設定點
- 主和次迴路流量
- 旁路管道流量



整體建築用電量

電費帳單是反映已重新校驗建築物運行表現與往年相比的重要指標。然而，由於天氣和操作時間的潛在變化，不可能在相同時間之間計算這個 KPI 進行直接比較。為了對現行電費和往年電費進行有效比較，需要進行回歸分析以計算調整後的基線。調整後的基線表示在基線相同的操作條件下，電費帳單應有的數額。冷卻度日和運行時間是回歸分析最常見的輸入，但也可以考慮其他有據可查的引數。普通試算表工具適用於進行回歸分析。

下面顯示了基準調整的示例。並提交了重新校驗後第一年和第二年的電費帳單。運用了冷卻度日數（CDD）歸一化作調整，因為在重新校驗之後的第二年氣溫比第一年暖，因此需要將額外的冷卻能耗包括在基準中進行比較。除了室外天氣，還有其他可能影響 KPI 的因素，這些因素包括房間使用的變化、建築要求的變化和運作模式的變化等。在下面的例子中，可注意到第二年和第一年之間的用電費用增加了 20%，但在將基準調整為第二年的較暖的天氣後，估計增幅約為 7%。

重新校驗後第一年（基準）			重新校驗後第二年		
月份	CDD	用電量 原基準	CDD	用電量	調整基準
一月	17	3,965	18	4,322	3,668
二月	26	3,224	26	4,224	3,899
三月	90	4,588	100	6,160	5,821
四月	160	7,578	254	10,476	9,809
五月	327	10,876	385	13,885	13,194
六月	357	10,893	427	14,583	14,284
七月	442	12,983	541	17,930	17,210
八月	454	15,845	511	17,550	16,436
九月	357	14,505	406	14,934	13,739
十月	256	11,406	322	12,538	11,559
十一月	138	7,691	162	8,078	7,428
十二月	40	4,169	36	4,784	4,157

表 4.5(b)電費回歸調整示例

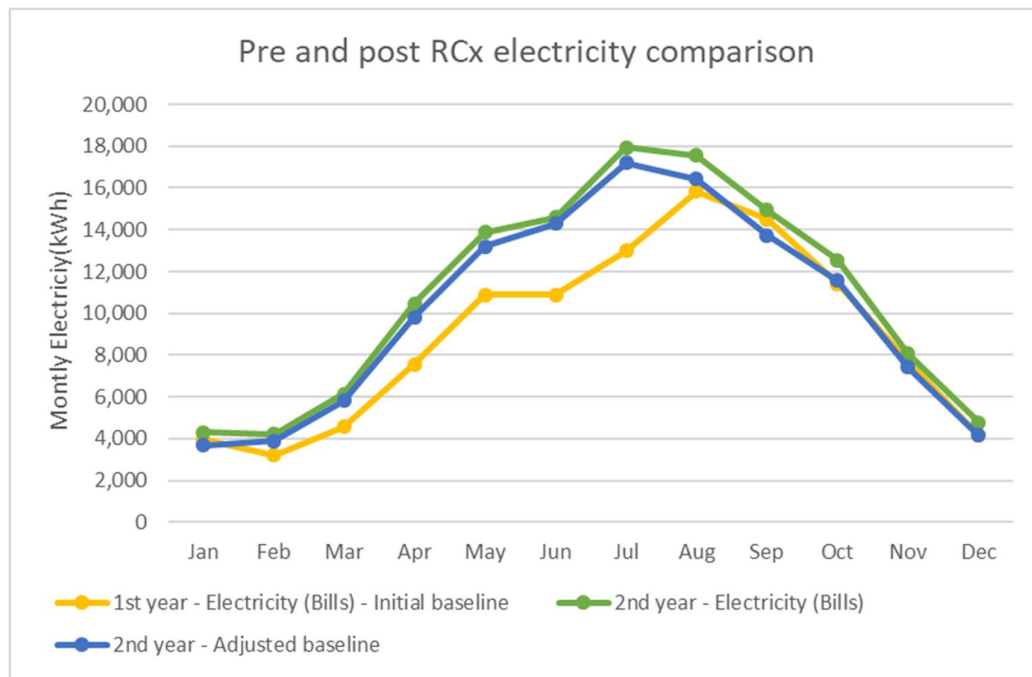


圖 4.5(c)回歸調整後電費比較

系統用電量（通過實施節能機會）

除了查看整個建築用電量外，用戶還可以考慮通過測量和驗證過程，按照實施和驗證的節能機會監察個別系統的用電量。與整個建築用電量類似，應考慮進行迴歸分析，以考慮可能影響能耗的因素。

最後，如出現以下情況：

- 調整後的基準和收集的數據之間存在很大差異；
- 與建築能耗模型相比，電力消耗較高；
- 與基準相比，效率顯著下降。

可以考慮以下操作，例如：

- 審查正在進行的員工培訓；
- 檢查控制、排序和操作；
- 可再次進行重新校驗過程。

4.6 能耗模擬在重新校驗的應用（可選方法）

為了達到現有建築中最大的改良和節能機會，可以透過檢視哪些耗能設備／系統消耗最多能源來確定。如果建築裏在不同耗能設備／系統上安裝了分度計量錶，我們可知道每年建築能耗的細分。

但是許多香港現有建築並沒有安裝這類分度計量錶的規定。在這種情況下，可考慮使用市場上的能耗模擬軟件配合現有系統資料、操作時間和電費資料來建立能耗模型。

當有詳細測量數據時，建立能耗模擬模型也是有利於重新校驗情況，因為可利用操作數據進行一系列能耗模擬策略以進一步加強重新校驗進程。這方面的例子包括：

- (1) 利用操作數據改進能耗模型預測，使其與實際建築物性能更加接近（校準）。這將使重新校驗團隊能夠更準確地評估在不同情況下可以實現的潛在能源或成本節省。
- (2) 準備一個配合最新操作數據的更新能耗模型，可提供一個準確的基準在完成連續校驗後作比較之用。
- (3) 進行測量和驗證（M&V），準確衡量在建築物中實施節能建議所節省的費用。
- (4) 向客戶提供能源模型作為高價值資產，因可用於各種目的，包括用作未來重新設計或節能機會評估的項目。或用於重新校驗，以確保在實施階段進行的初始測量和驗證期後持續節省。

一般而言，能耗模擬在重新校驗中的應用包括：

- (1) 在沒有測量數據的情況下，準確評估現有建築物能源使用細分的方法；
- (2) 確定模擬結果（建築物的設計性能）與能源帳單（建築物的實際性能）之間存在差距的原因；
- (3) 更好地估算已確定的節能機會可實現的能耗和成本節省；
- (4) 使用校準的能耗模型進行測量和驗證。

4.6.1 好處與考慮因素

如之前介紹能耗模擬可為長期重新校驗帶來一些好處，這些好處詳情如下：

- (1) 即使操作數據有限，模擬計算也可以提供詳細的建築能耗細分。由於可能未能在所有能耗設備上安分度計量錶，為了合理地預測不同建築系統的耗能情況，能耗模型可根據現有的資訊和電費帳單來完成能耗細分情況。此外，即使只有幾天的資訊（如當使用可攜式數據收集儀），也可以預測不同建築系統的全年能耗。例子如圖4.6.1(a)和4.6.1(b)顯示。

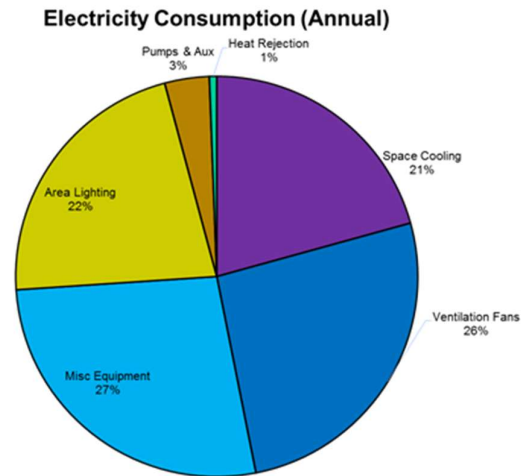


圖4.6.1(a)各類屋宇設備系統能耗圓形統計圖

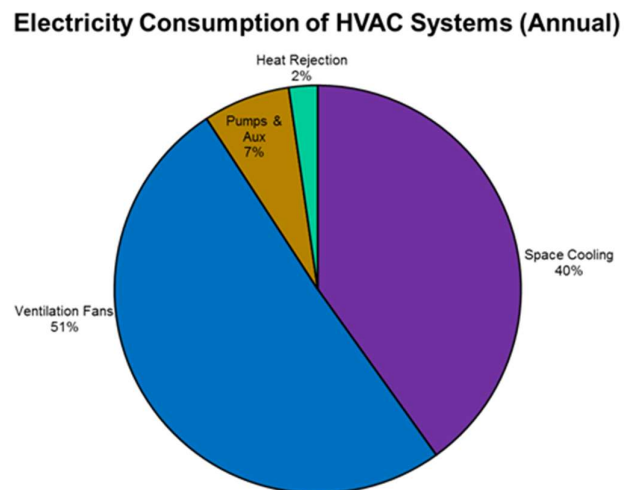


圖4.6.1(b)各類空調系統能耗圓形統計圖

- (2) 即使沒有可用於現有建築系統的資訊，模擬計算也可以預測能源使用。透過專業假設定能模型，並且基於先前的電費帳單和其他建築系統的資訊，仍然可以估算這些建築系統的能耗，從而確定提高建築系統效率的機會。

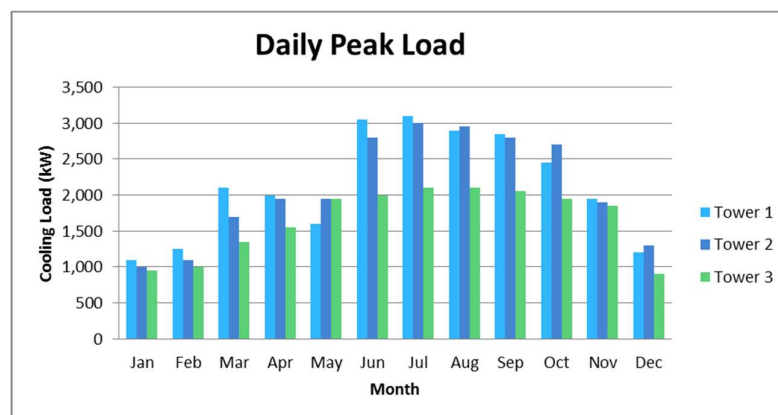


圖 4.6.1(c)每天冷負荷峰值圖

- (3) 能耗模型可用於估算實施不同節能機會的潛在回報。由於利益（1）和（2）中詳述的原因而可能已經建立的能耗模型為建築物的當前的操作提供了基準模型。隨後可以更新該模型以模擬不同的運作或節能機會情景，然後將其與基準模型進行比較，以更好地估計通過實施調查階段中確定的潛在節能機會可以實現的能耗和 / 或成本節省量。這樣可以改進對所識別的每個節能機會投資回收期的估計，從而幫助建築物擁有人選擇最具成本效益的節能機會來實施。下圖 4.6.1(d) 是這方面的一個示例。

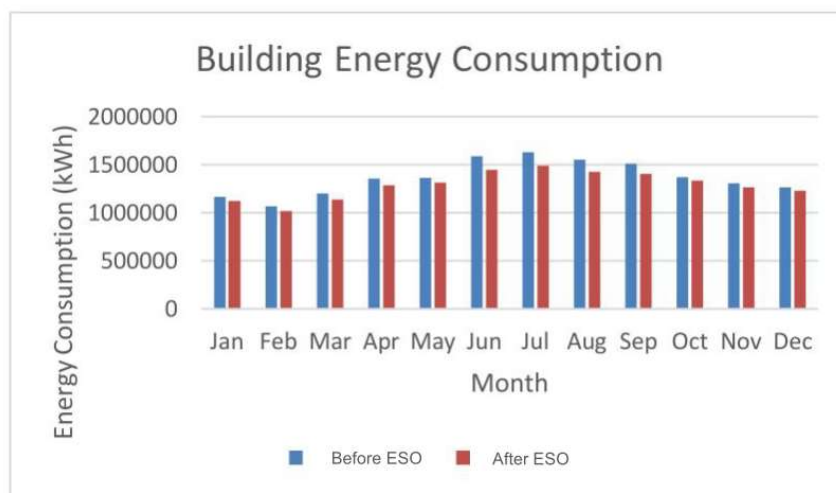


圖 4.6.1(d)節能機遇實施前每月建築能耗與預測能耗的比較

- (4) 基準模型還可用於識別任何設備故障或不正確運行的建築系統。當將基本模型的能耗與電費帳單比較時，如果後者的能耗明顯較高，可能指示出一些建築系統運作不正常，或者某些設備（如感應器）故障。進一步分析可用於確定可能實施的補救措施，以使系統復原到最佳的效率運作狀態。

雖然能耗模擬為監察和管理建築物的能效提供了一個平台，但在建立模型之前有兩大因素需要注意：

- (1) **用於模擬計算所需的資料**—雖然在缺乏一些建築系統的操作數據的情況下也可建立能耗模型（基於以前的電費帳單和專業假設），但能耗模型的準確性將受到影響。這可導致對所提出不正確的節能機會節能估算，因此有必要收集以下資料作為設定模型之用：
 - a. 建築物資訊（如平面圖、正視圖、面積、形狀、樓高、樓層數量、朝向、用途等）
 - b. 外牆的熱效能（如牆和窗的 U 值，窗的遮陽系數）
 - c. 空調系統設定和操作（如機電平面圖、泵與風扇流量、溫度設定、系統類型、操作時間、設備控制策略等）
 - d. 設備效率（如冷水機效能系數（COP）、泵效率、風扇與電機效率、鍋爐效率等）
 - e. 照明、設備功率密度和其他負荷（如升降機與自動梯、水泵、室外照明、生活熱水）
 - f. 採取的節能措施（如再生能源、熱回收、需求控制通風、日光或活動傳感器）
- (2) **建立模型的額外工作**—雖然運用能耗模型有一定好處，但可能會涉及額外成本和建模型的工作。然而考慮到在識別和糾正建築物的低效率運行方面節省的中至長期節能和經濟效益，以及具有在實施前準確評估不同節能機會的節能和回收期的價值，能耗模擬在重新校驗過程中還是值行考慮的事項。

4.6.2 建築能耗模擬工具

市場上有一系列建築能耗模擬軟件程式，客戶可根據建築規模和所涉及的系統選擇合適軟件。

下表列出了一系列可用的建築能耗模擬軟件程式。

（注意：這不是一個明確的清單，其他適當程式也可作考慮。任何用於能耗模擬的程式，均應符合《屋宇裝備裝置能源效益實務守則》附錄 A 第二節所列的要求。）

免費能耗模擬工具

軟件程式：	資訊來源：
BEEP	www.bse.polyu.edu.hk/research/BEP/BEEP/BEEP.htm
Energy Plus	energyplus.net/
eQuest	www.doe2.com/eQuest
ESP-r	www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm

表 4.6.2(a)免費能耗模擬工具清單

商業能耗模擬工具

軟件程式：	資訊來源：
Design Builder	www.designbuilder.co.uk
Ener-Win	pages.suddenlink.net/enerwin/
HAP	www.carrier.com/commercial/en/us/software/hvac-system-design/hourly-analysis-program/
IES <VE>	www.iesve.com
TAS	www.edsl.net/tas-engineering/
Trace 700	www.trane.com/TRACE
TRNSYS	www.trnsys.com/

表 4.6.2(b)商業能耗模擬工具清單

有關如何進行能耗模擬的進一步參考，請參閱《屋宇裝備裝置能源效益實務守則》附錄 A。

附錄 A

識別節能機會的技術方法案例

附錄 A – 節能機會技術識別方法案例

本節中所演示的案例並不意味著是明確的或詳盡無遺的。在重新校驗過程中，可以識別出一些可能的節能機會和/或建築物運行改進。重新校驗團隊將在他們自己對趨勢記錄數據的分析中仔細發現真正潛在的操作問題。

節能機會可能涉及不同的建築設備系統/裝置，但不限於：

1. 空調系統（中央冷水機組）；
2. 空調系統（散熱系統）；
3. 空調系統（配風系統）；
4. 空調系統（輸水系統）；
5. 電力系統；
6. 照明系統；
7. 其他

以下是不同識別節能機會的技術方法。

感謝香港綠色建築委員會為重新校驗提供一些實例。

案例一 — 空調系統（中央冷水機組）

節能機會：
冷水機組排序優化-更多的冷水機組在部分負荷下運行

背景資訊：

該建築物由 4 台變速空氣源冷水機（3 台操作 1 台備用）和 4 套冷凍水泵（3 台操作和 1 台備用）提供冷凍水。冷凍水配置是一個差壓旁路系統，配以變速驅動器用於調節冷凍水泵的速度。

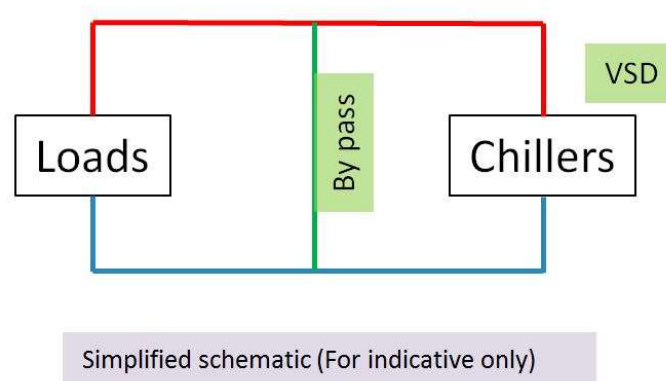


圖 A.1 (a) 冷凍水迴路示意圖

設施 / 設備：

冷水機組

現場測量，觀察和發現：

下面的圖 A.1 (a) 顯示了一個帶有 y 軸的圖形，該圖表顯示在操作中的單個冷水機組全負荷安培 (FLA) 的百分比，和 X 軸顯示整個中央冷水機組的冷負荷百分比。黃色虛線是一條假想的線，表示單個冷水機組的 FLA 百分比與各種冷水機組合的負荷百分比之間的直接比例關係。這條線被用作一個粗略的參考，指示不同的冷水機組合在不同負荷下的性能。

整個負荷範圍在 25% 至 70% 之間的操作數據被輸入到圖中。

觀察如下：

1. 在總負荷為 30% 至 50% 之間使用了兩台冷水機組合（2 台冷水機和 3 台冷水機）。
2. 當兩台冷水機組合在接近全負荷時運行時，FLA 的百分比保持在 1（100%），而不是按參照線相應下降 FLA 百分比。

3. 在較低的部分負荷下，FLA 低於參照線。這表明在部分負荷情況下，冷水機組的運行效率較高。圖 A.1 (c) 顯示製造商的性能曲線符合這一發現。

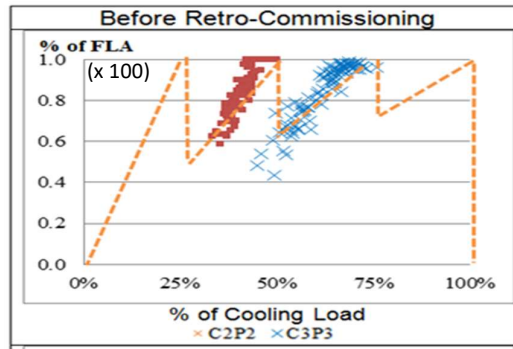


圖 A.1 (b) FLA % vs 冷負荷% (重新校驗前)

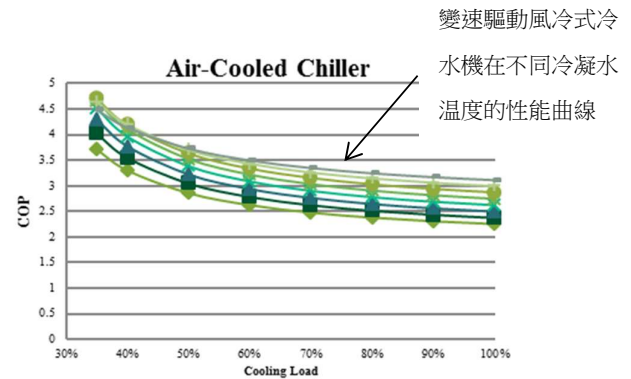


圖 A.1 (c) COP vs 冷負荷%

建議：

建議運行 3 台冷水機組合以滿足低至 40% 的負荷百分比和 2 台冷水機組合以滿足低至 30% 的負荷百分比。圖 A.1 (d) 顯示了採用上述策略後的性能。

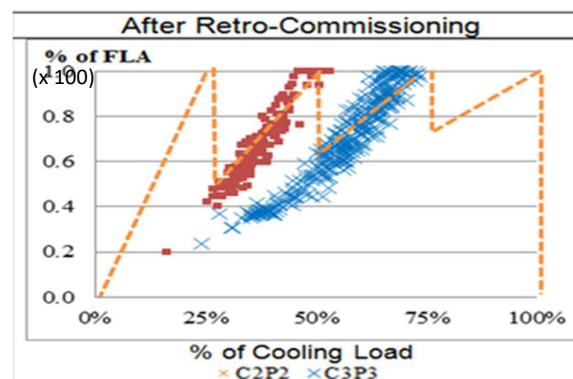


圖 A.1 (d) FLA % vs 冷負荷% (重新校驗後)

節能估算：

如圖 A.1（e）所示，實施冷水機排序改進後，兩種組合的效率（COP）平均提高了 8.2%。據估計，每年的節能量約為 4.8%。

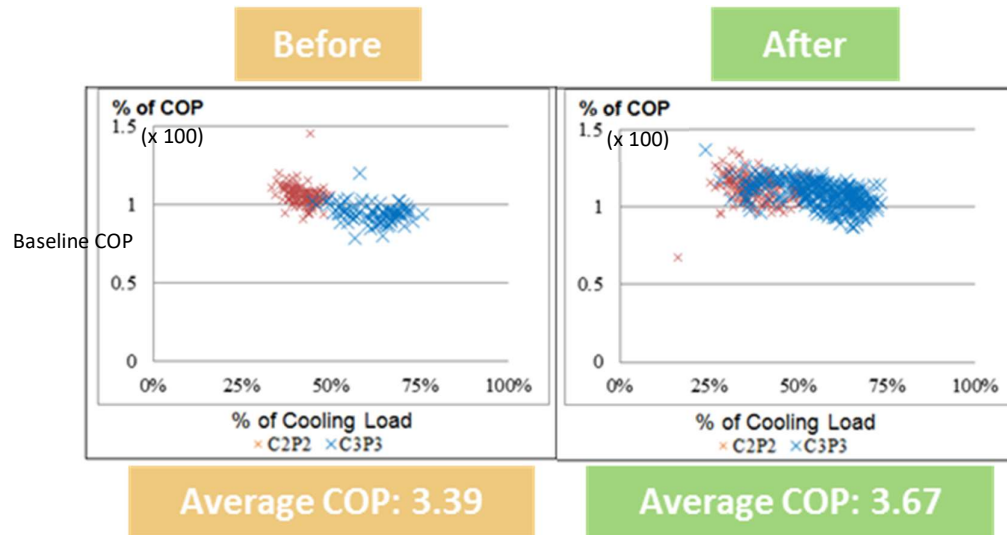


圖 A.1(e) 重新校驗前後 COP 比較

備註：

100% COP = 基準 COP（重新校驗前）= 3.39

108.2% COP = 改善 COP（重新校驗後）= 3.67

案例二 – 空調系統（中央冷水機組）

節能機會：

添加待機模式以防止在輕負荷操作時激活無油冷水機的切斷功能

背景資訊：

該建築由 2 套風冷式冷水機組（一台運行和一台備用）提供冷水。其中一台冷水機組是無油離心式冷水機組（運行冷水機—新的）配備兩組壓縮機，另一個是風冷式螺桿冷水機組（備用冷水機—舊）配備四組壓縮機。壓縮機的最小承載能力約為 20-30%。冷凍水的配置是差壓旁路系統，恆速冷凍水泵數量與冷水機相同。

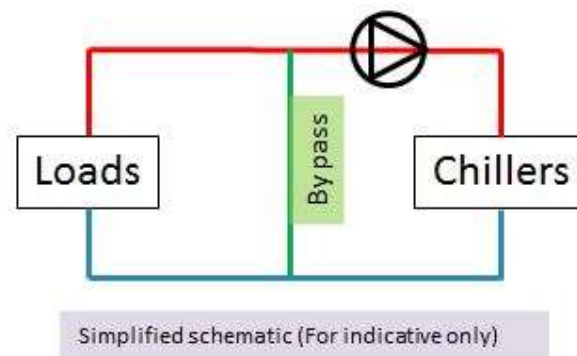


圖 A.2(a)冷凍水迴路示意圖

設施/設備：

冷水機組

現場測量，觀察和發現：

1. 在高峰期，無油冷水機組的運行速度僅為其額定容量的 50-60%。
2. 由於是一個恒速差壓旁路系統，冷凍水溫差僅為攝氏三度或以下，導致大量冷凍水需要透過旁路流回冷水機。
3. 當環境溫度降至攝氏二十度以下時，冷負荷將降至 15%以下，並觸發冷水機的切斷保護。為防止無油冷水機跳掣，在輕負荷條件下運行風冷式螺桿冷水機，這降低了整個機組的效率。

圖 A.2(c)顯示了無油冷水機與螺桿製冷機效率的比較。

重新校驗之前

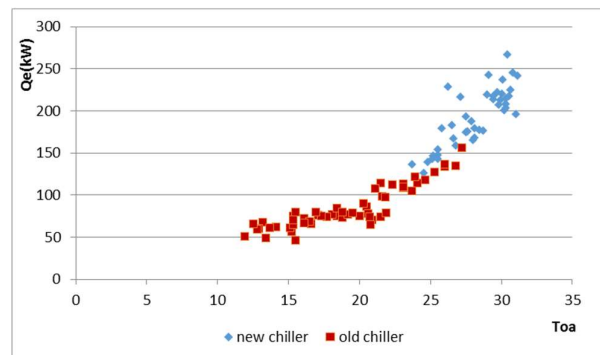


圖 A.2(b)冷負荷與室外環境溫度比對（重新校驗前）

Q_e (kw) – 冷負荷

T_{oa} – 室外環境溫度

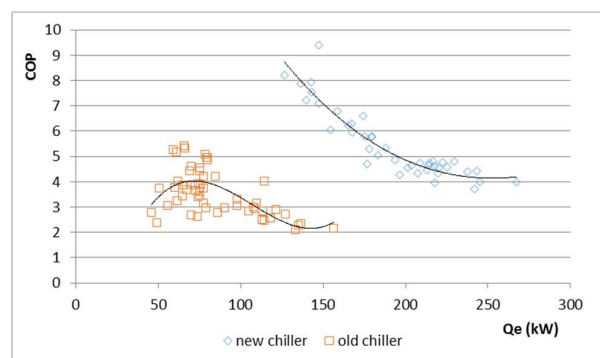


圖 A.2(c)冷水機 COP 與冷負荷比對（重新校驗前）

建議：

提出了兩項建議：

1. 通過將系統轉換為主變數流量，保持冷水機的冷凍水溫差不低於攝氏五度（這將在稍後階段實施）。
2. 與冷水機製造商合作，修改低溫切斷控制，使冷水機切換到待機模式（壓縮機停止運作），而不是在冷凍水低於切斷溫度時使冷水機跳閘。當冷凍水溫度升高到冷水機正常操作溫度範圍時，壓縮機將自動切入。這消除了使用螺桿式冷水機的需要，從而提高整體冷水機組的效率。

節能估算：

上述建議實施後，當環境溫度低於攝氏二十度時，可運行無油冷水機。圖 A.2(d)和圖 A.2(e)比較了實施前後的性能。

重新校驗之後

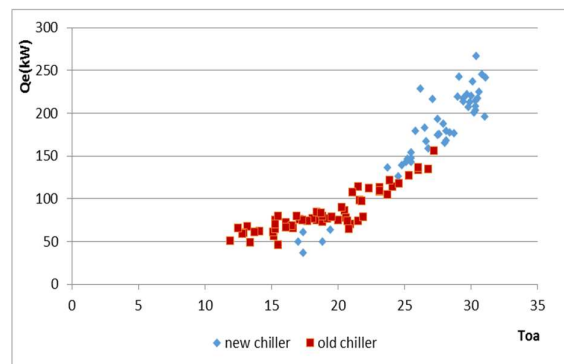


圖 A.2(d)冷負荷與室外環境溫度比對（重新校驗前後）

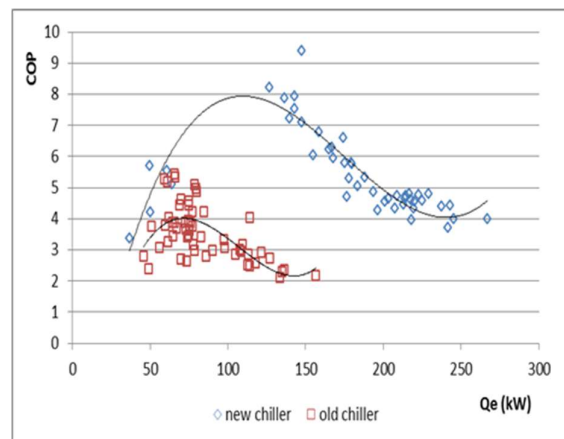


圖 A.2(e)冷水機 COP 與冷負荷比對（重新校驗前後）

案例三 – 空調系統（中央冷水機組）

節能機會：

透過設定冷凍水供水溫度以調整冷水機負荷比例，從而提高冷水機效率

背景資訊：

在一幢建築物裏，有 2 台水冷式冷水機（一台 350kW 恆速驅動螺桿式冷水機組和 1 台 350kW 變速驅動螺桿式冷水機組供應冷凍水。根據不同的冷負荷階段，恆速驅動冷水機和變速驅動冷水機將一起運行。

設施/設備：

冷水機1號（350kW恆速驅動螺桿式冷水機）和冷水機2號（350kW變速驅動螺桿式冷水機）

現場測量，觀察和發現：

- 冷凍水流量的趨勢記錄；
- 冷凍水溫差的趨勢記錄；
- 運行冷水機組設備趨勢記錄

通過上述收集的數據，現有的冷水機負荷分佈如下：

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
室外氣溫 (°C)	16	15.5	17.5	23.6	26.7	29.4	29.8	28.4	27.9	26.8	22.3	19.6
建築物冷負荷 (kW)	211	222	229	422	457	510	528	535	524	457	394	239

表 A.3(a)2016 年氣候參數（源自香港天文台）和建築物 2016 年冷負荷

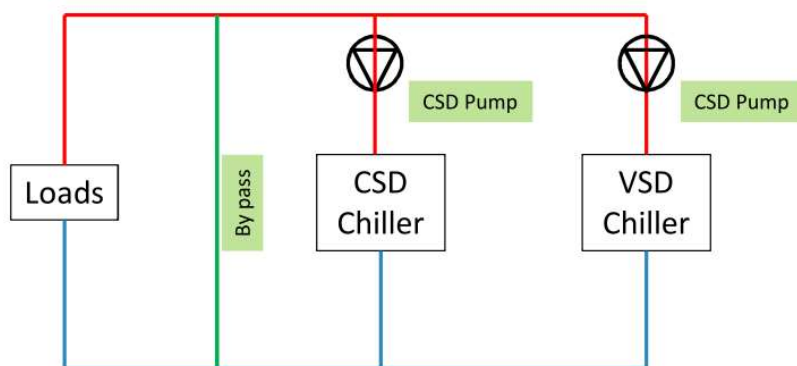


圖 A.3(a)冷水機組簡單框圖

	冷水機 1	冷水機 2
冷水機類型	恆速驅動	變速驅動
現有冷凍水供水溫度設定值	7°C	7°C
現有冷水機組平均負荷系數的分佈	60%	60%

表 A.3(b)現有冷水機負荷分佈

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
冷水機 1 (恆速) COP	NA	NA	NA	4.04	3.97	3.56	3.56	3.56	3.56	3.97	3.85	NA
冷水機 2 (變速) COP	5.36	5.36	4.8	4.19	4.38	3.81	3.68	3.68	3.68	4.38	4.64	6.22

表 A.3(c)冷凍水供水溫度設定值重置前每月效率系數

根據恆速驅動和變速驅動冷水機的特性，可以看出恆速驅動在接近全負荷情況下具有較高的效率系數，而變速驅動在其部分負荷情況下具有較高的效率系數。因此，應適當調整冷水機負荷分佈，使恆速驅動冷水機承受更高負荷，而變速驅動冷水機承受較少負荷。結果冷水機組裝置的整體效率系數得到改善。

冷水機的效率系數圖應從冷水機供應商獲得，因為這是審查冷水機負荷系數的重要工具。

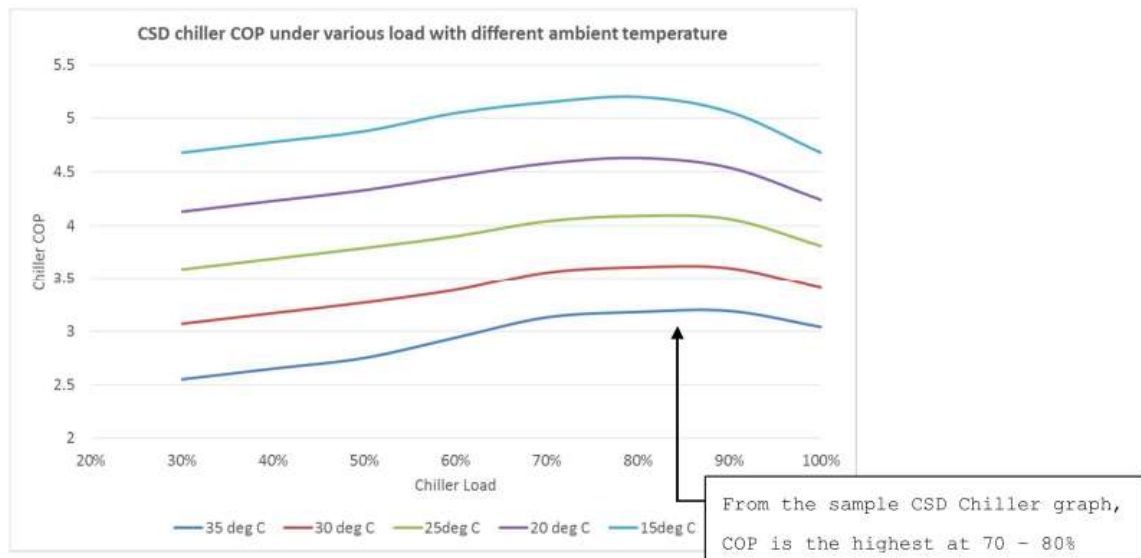


圖 A.3(b) 350kW 恆速驅動風冷式螺桿式冷水機效率系數樣板圖

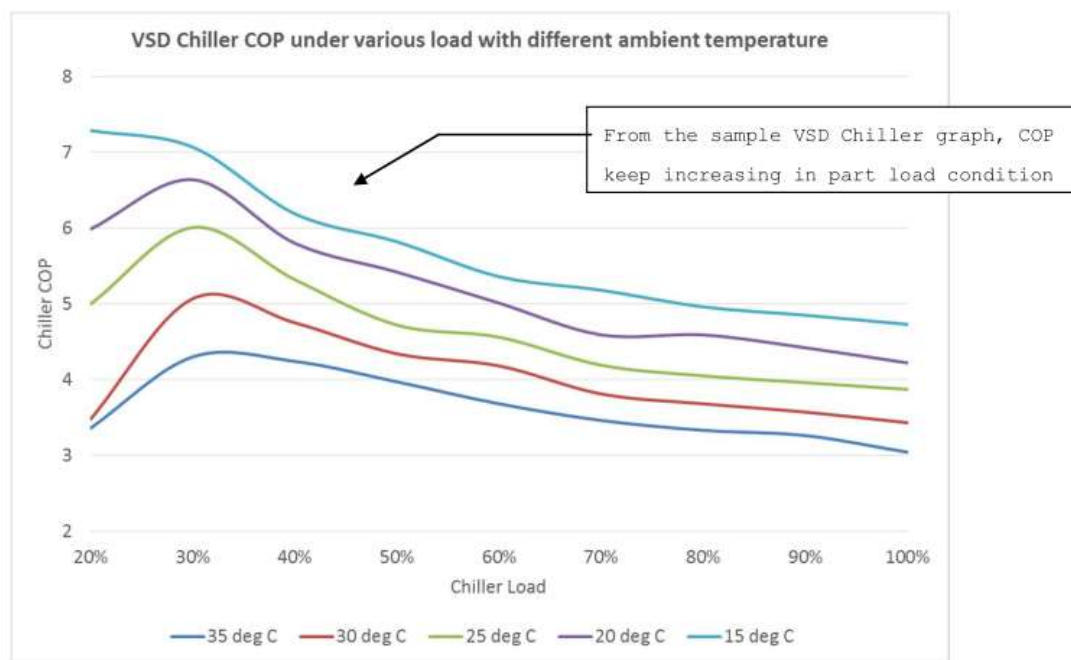


圖 A.3(c) 350kW 變速驅動風冷式螺桿式冷水機效率系數樣板圖

建議：

為了獲得更高的效率系數範圍，建議重新安排負荷，以便恆速驅動冷水機可承受更多負荷，同時變速驅動冷水機承受更少的負荷，從而提高其整體效率系數。我們可以從圖 A.3(b)和圖 A.3(c)觀察到，可以按照表 A.3(d)所建議的負荷分配使冷水機 1 和冷水機 2 在更高的效率系數下運行。

	冷水機 1	冷水機 2
冷水機類型	恆速驅動	變速驅動
建議冷凍水供水溫度設定值	6.5°C	7.5°C
建議冷水機平均負荷系數分佈	70%	50%

表 A.3 (d) 建議冷水機負荷分佈

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
冷水機 1 (恆速驅動) COP	NA	NA	NA	4.07	4.07	3.61	3.61	3.61	3.61	4.07	3.97	NA
冷水機 2 (變速驅動) COP	5.36	5.36	4.8	4.56	4.64	4	4	4	4	4.64	4.72	6.22

表 A.3 (e) 冷凍水供水溫度設定值重置後每月效率系數

節能估算：

- 冷水機 1 號和冷水機 2 號在四月至十一月運行
- 冷凍水供水溫度重置如上表 A.3 (d)
- 辦公運行時間
週一至週五：早上八時至下午六時
- 估算重新校驗之前兩台冷水機的年耗電量：353,370kWh
- 估算重新校驗之後兩台冷水機的年耗電量：343,450kWh

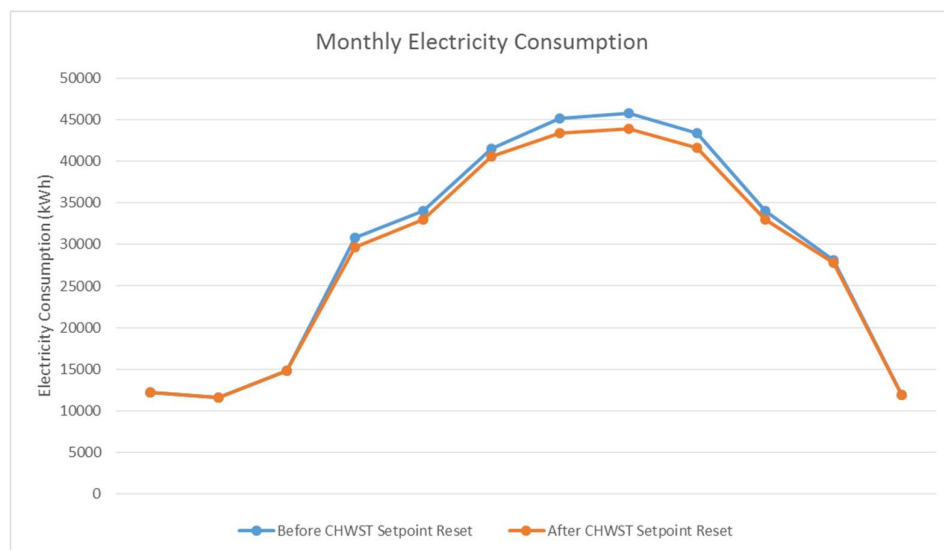


圖 A.3 (d) 冷凍水供水溫度設定值重置前後的月電量消耗

全年電量節省 = 9,920kWh（大約 3%全年冷水機用電量）

在實施階段仍有進一步調整的空間，這可能會增加該戰略的節能效果。

案例四 – 空調系統（中央冷水機組）

節能機會：
通過改造考慮評估現有的冷水機組性能

背景資訊：

在 6 月，當環境溫度約為 30°C 時，所有四台冷水機都在運行，因為一些冷水機的壓縮機出了問題並正在維修中。冷水機經常運行在 85% 的全負荷安培 (FLA)，這是所有可行的冷水機壓縮機正在運行常最大的限制，如圖 A.4(b) 所示。在這種工况下，冷凍供水溫度無法達到 8.5°C 的設定點。

另一方面，差壓旁路閥長期保持部分開啟，即使旁路管上的隔離閥被手動關閉。因此，從部分冷水機供應的冷水將通過旁路管道再次回流到冷水機。結果，如圖 A.4(c) 所示，冷凍水的溫差約為 3.5°C 或更低，這表示當恆定流量通過冷水機時冷卻輸出約為 60% 或更低。

由於恆速冷凍水泵直接連接到單獨冷水機而沒有通過一個共同的集管，這種配置降低了在運行期間控制冷水機流量的靈活性（例如，三台泵配四台冷水機並不可行），特別是當一些冷水機壓縮機正在維修中。

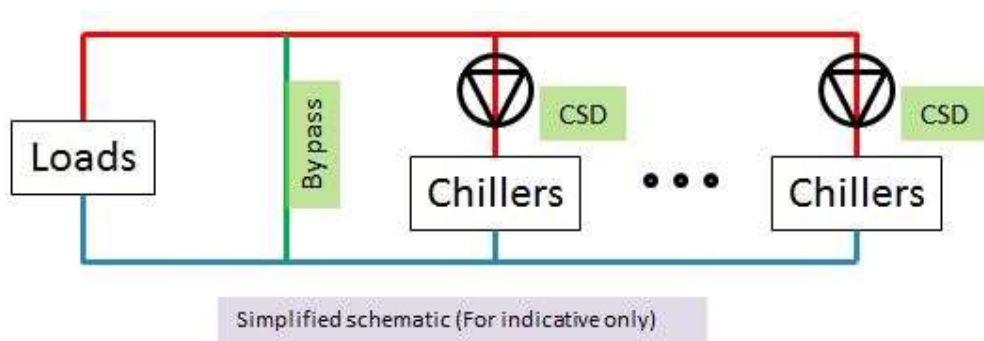


圖 A.4(a) 冷水機組簡單框圖

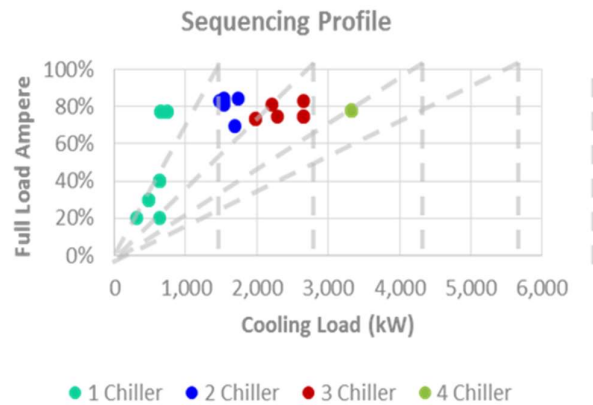


圖 A.4(b)冷水機組安培比與冷卻負荷(kW)對比

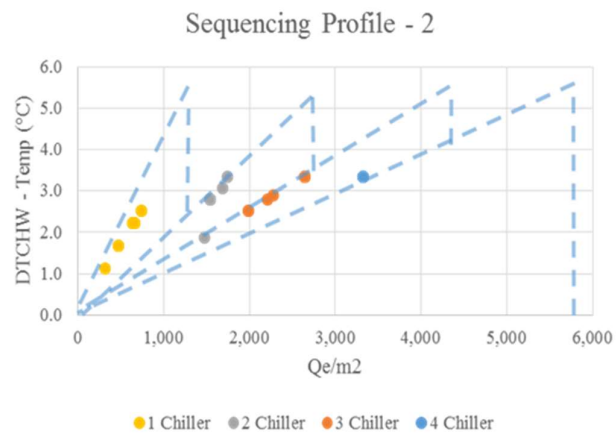


圖 A.4(c)冷水機冷凍水溫差與冷卻負荷的對比

設施/設備：

該建築物由四台風冷式往復式冷水機組（三台運行和一台備用）供冷，四台冷凍水泵（三台運行和一台備用）。每台冷水機均配備四個壓縮機。冷水系統配置是差壓旁路系統，每個冷水泵直接連接到單獨冷水機（如恒定流量通過冷水機）。

現場測量，觀察和發現：

1. 冷水機已經運行了超過 20 年。在現場檢查期間，一些冷水機正在維修中。
2. 冷凍水供水溫度未能達到 8.5°C 的設定值。
3. 從圖 A.4(b)所見，需要更多的冷水機來滿足負荷要求。
4. 圖 A.4(c)表示冷水機上的冷凍水溫差非常小（少於 3°C），表明冷凍水通過差壓旁路繞過。
5. 操作人員為冷水機設定了 85% 的 FLA 限制，以防止其發生故障。

上述情況表明，冷水機已經太舊，而且已經嚴重老化。

建議：

建議如下：

1. 更換冷水機組。下一節將展示一項評估各種替代方案的研究。
2. 將冷凍水系統轉換為可變流量系統。需要將冷凍水泵與通用集管連接，並在所有冷凍水泵上安裝變速驅動器。

客戶同意進行重大改造工作，因此根據原始情況（所有 4 台冷水機進行更換）進行了情景分析（如表 A.4 所示）。結果表明如果所有冷水機都被更換，估計投資回本期將為 9 - 10 年。對於方案一和方案二，如果只更換一些冷水機，投資回本期將分別縮短為 8 年和 6 年。但是，使用方案二（僅替換兩台冷水機），與原始情況相比，每年節能量僅減少 10%。建議選擇方案三，即只更換兩台製冷量較高的冷水機。此選項可以實現更高的節能效果和更短的投資回本期。總之，情景分析表明，考慮建築物的實際運行情況以及空調系統的效率來確定改造計劃尤其重要。

	Original	Option 1	Option 2	Option 3
Chiller	4 x 400 TR Air-cooled (VSD)	3 x 400 TR Air-cooled (VSD)	2 x 400 TR Air-cooled (VSD)	2 x 450 TR Air-cooled (VSD)
Estimated Payback	9-10 years	8 years	6 years	5.5-6 years
Annual Saving (kWh)	1,365,000	1,365,000	1,210,000	1,490,000

表 A.4 冷水機組更換選項回報計算

案例五 – 空調系統（中央冷水機組）

節能機會：
提升冷水機組控制系統從而改進運行效率

背景資訊：

在建築物中，中央冷水機組包括一組 1000kW 風冷螺杆式冷水機和兩套 1000kW 的熱回收螺杆式冷水機，用於日間模式或高需求運行時間。用於白天模式運行的冷水機組是一個二次回路設計，運行主回路和次回路冷凍水泵來輸送系統中的冷凍水（四台 9kW 主回路和三台 34.0kW 次回路冷凍水泵）。

在夜間操作模式中，兩套風冷式封裝螺杆熱泵（300kW）在差壓旁路設計上運行三台 9kW 的主回路冷凍水泵。

設施/設備：

中央冷水機組

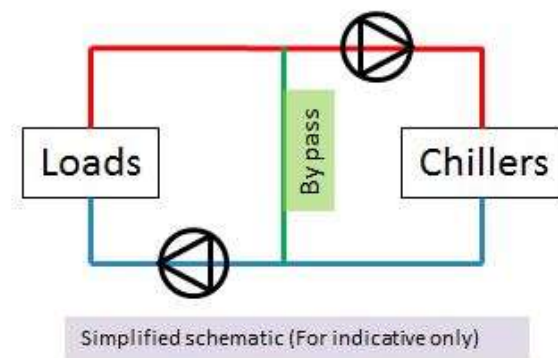
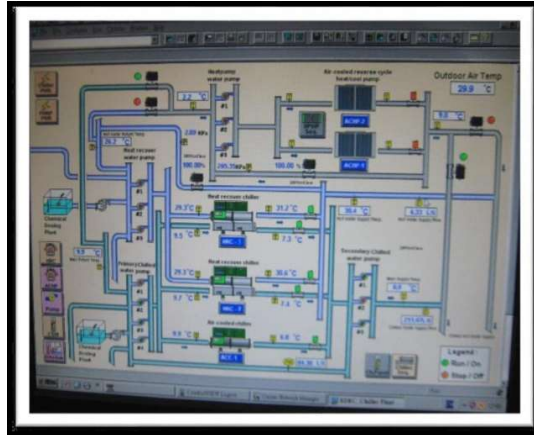


圖 A.5 冷水機組簡單框圖

現場測量，觀察和發現：

流量計無法提供準確可靠的讀數，現有冷水機組的控制邏輯無法在文件中顯示或識別。此外，操作數據沒有保存的記錄，用於分析冷水機組的過去性能。

現場測量冷凍水流量與現有冷水機組控制和監察系統的讀數之間存在不一致。因此，冷水機組未能監控實際需求並根據實際情況提供適當的控制功能。

建議：

修理或更換水流傳感器以及冷水機組的自動控制系統，以便識別實際負荷曲線並製定適當的控制排序程序，滿足冷負荷需求和調節的冷水機性能。

節能估算：

- 日間模式運行（十二月至四月）冷凍水溫度重置（1.5°C）
- 減少額外次回路冷凍水泵的運行（從六月到十一月的工作日每天節省三小時）
- 調整夜間模式冷水機操作用於設備冷卻（十二月至四月）
- 防止夜間冷水機的額外泵操作（五月至十一月）

每年節省電量=10,000 kWh (a) + 7,300 kWh (b) + 68,000 kWh (c) + 8,000 kWh (d) = 93,300kWh

備註：

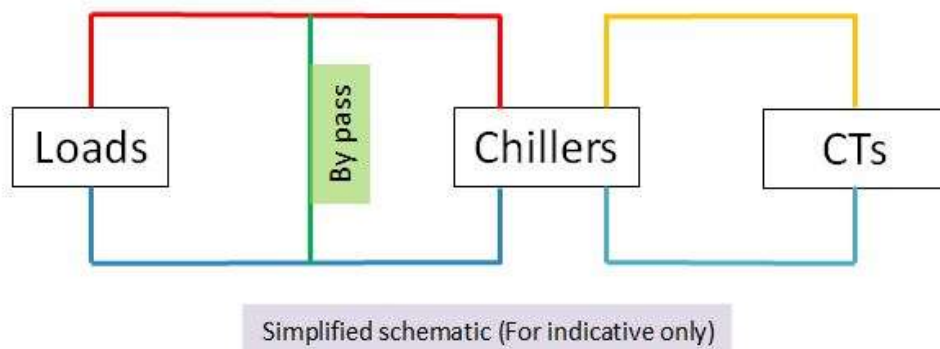
- (a) 日間模式操作的冷凍水溫度重置
- (b) 減少額外次回路冷凍水泵的運行
- (c) 優化夜間模式冷水機的運行，以便冷卻設備
- (d) 減少額外的夜間模式冷凍水泵運行

案例六 – 空調系統（散熱系統）

節能機會：
優化冷卻塔控制以降低冷凝水進入冷水機的溫度

背景資訊：

該建築物由四台離心式冷水機組（兩台操作和兩台備用）提供冷水，相關的淡水冷卻塔和冷凝水泵以一對一的方式連接。冷卻塔、冷凝水泵和冷水機串聯連接到公共集管。冷卻塔風扇配備變速驅動器用於控制速度。



圖A.6(a)冷水機組簡單框圖

設施/設備：

冷卻塔和冷凝水泵

現場測量，觀察和發現：

冷卻塔的趨近溫度範圍為 6°C 至 12°C，而即使室外濕球溫度降至 20°C 以下，冷凝水進入溫度也未降至 26°C 以下，如圖 A.6(b)和圖 A.6(c)所示。

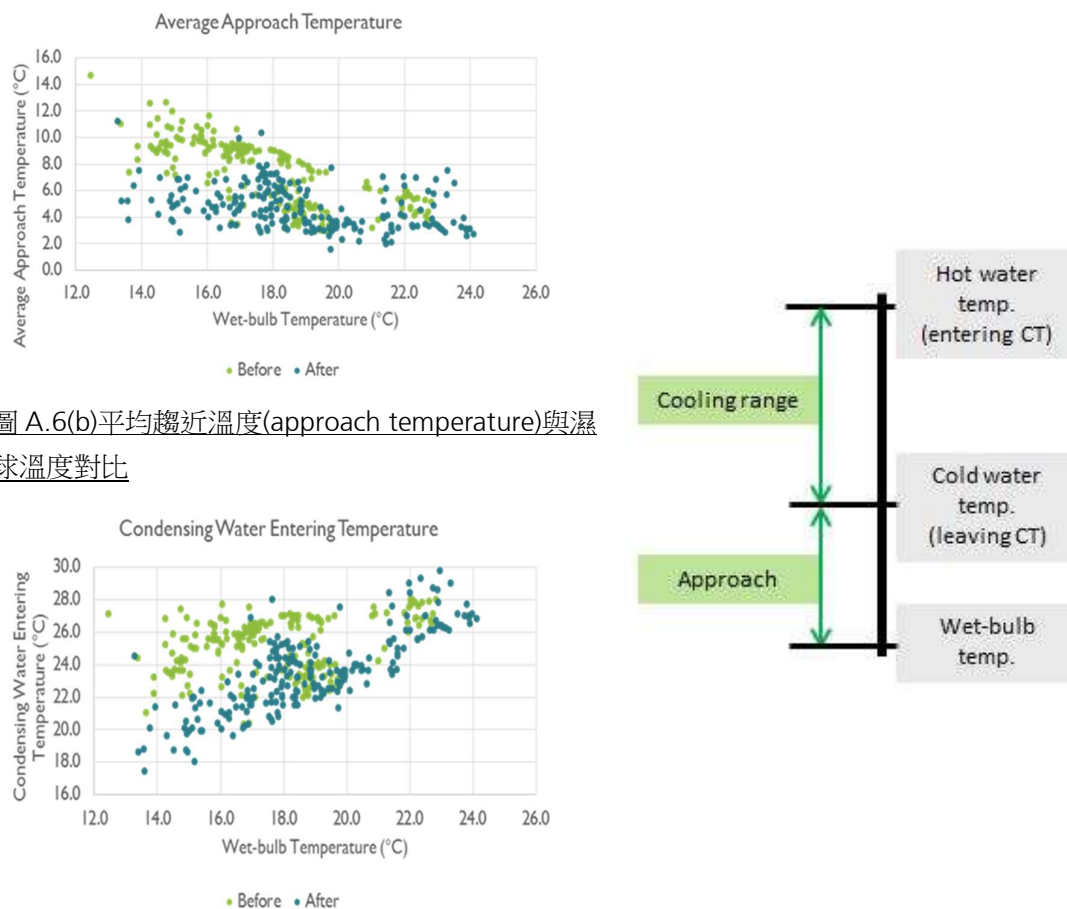


圖 A.6(b)平均趨近溫度(approach temperature)與濕球溫度對比

圖 A.6(c)冷凝水進入溫度與濕球溫度對比

建議：

其目的是在較低濕球（例如 14°C 至 28°C）期間將趨近溫度降低到建議的 2°C 至 8°C 的範圍內。冷凝水進入溫度等於濕球溫度和冷卻塔趨近溫度的總和，應能從 30°C (28+2) 降至 22°C (14+8)。

為了達到降低趨近溫度的目的，建議通過改變冷卻塔的數量（而不是一對一設定）和冷卻塔風扇的速度，控制冷凝水進入溫度從 30°C 到 22°C。

根據冷卻塔的性能數據計算出趨近溫度的建議值。當趨近溫度的平均值高於建議值時，將啟動多一台冷卻塔，冷卻塔風扇速度將從 30Hz 開始，當趨近溫度仍不能滿足建議值時，風扇速度將逐漸增加。

節能估算：

實施上述策略後，冷卻塔的能耗平均增加了 5kW，如圖 A.6(d)所示，冷水機的能耗降低了 10kW，如圖 A.6(e)所示。預測每年可以節省約 3.2% 冷水機組的用電量。

未來幾個月仍有進一步調整的空間，這可能會增加這項策略的節能效果。

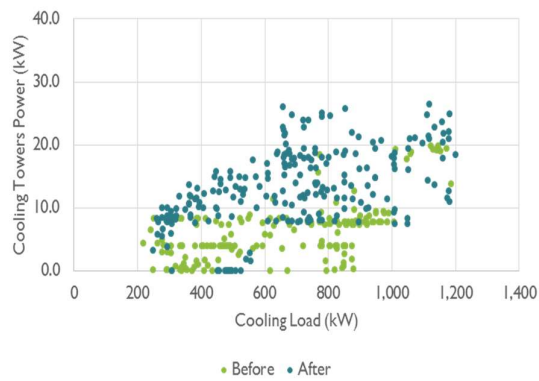


圖 A.6(d)冷卻塔功率與冷負荷對比

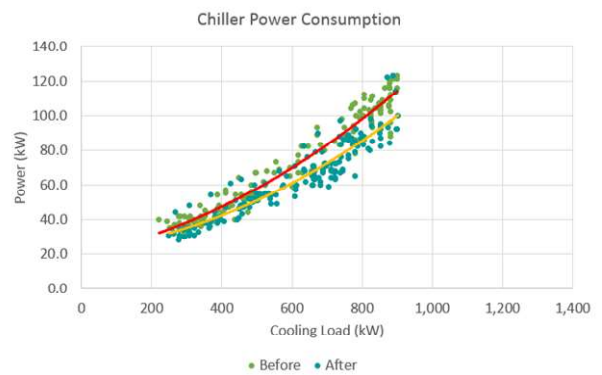


圖 A.6(e) 冷水機功率與冷負荷對比

案例七 – 空調系統（送風系統）

節能機會 調節室內空氣溫度恆溫器

背景資訊：

在辦公室裡，變風量系統是為週邊區域送風，而恆風量系統則用於內部區域。送風機的送風溫度為 15°C，空間恆溫器設置為 15°C。

設施/設備：

室內溫度恆溫器

現場測量，觀察和發現：

室內氣溫的趨勢記錄

室內空氣溫度隨時間變化。從下圖可以看出，室內空氣溫度平均低於 24 至 25.5°C 的建議設定值（綠色部分代表辦公時間）。發現由於送風溫度過低，用戶會阻擋某些區域的空氣擴散器。

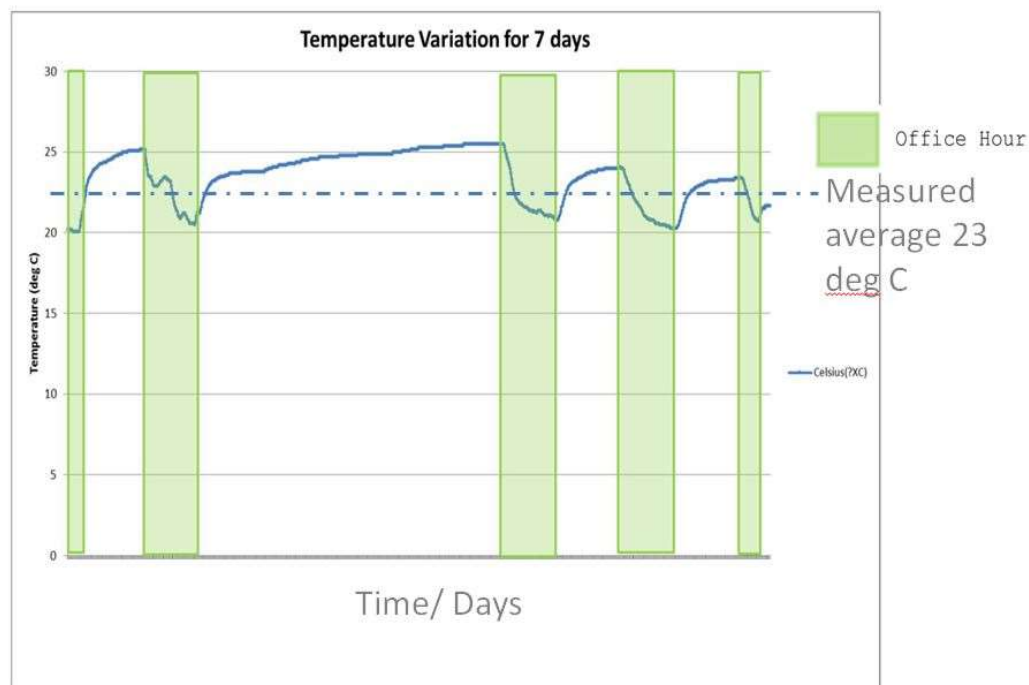


圖 A.7(a)典型辦公室七天的溫度變化圖表

建議：

建議通過將恆溫器設置為攝氏二十四度來調節室內空氣溫度，同時送風機送風溫度保持不變，
送風機風扇降低其速度以降低送風流量。 因此可以減少送風機的能耗。

節能估算：

現狀

送風機送風溫度：15°C

測量回風平均溫度：23°

$DT_1 \text{ 温差} = 23 - 15 = 8^\circ\text{C}$

提議情況

送風機送風溫度：15°C

目標回風溫度：23°C

$DT_2 \text{ 温差} = 24 - 15 = 9^\circ\text{C}$

根據 ASHRAE Standard 90.1-2013 表 G3.1.3.15，其部分負荷性能特徵應如下。

風扇部份負荷率	全負荷功率分數
0.00	0.00
0.10	0.03
0.20	0.07
0.30	0.13
0.40	0.21
0.50	0.3
0.60	0.41
0.70	0.54
0.80	0.68
0.90	0.83
1.00	1.00

風扇部分負荷率指（現在流量(l/s) / 額定流量(l/s)）

表 A.7(a)ASHRAE Standard 90.1-2013 風扇電機部分負荷性能特點

	重新校驗之前	重新校驗之後
測量現在流量(l/s)	4450	3600
風扇額定流量(l/s)	4600	4600
風扇部分負荷率	0.97	0.78
全負荷功率分數	~0.95	~0.65

表 A.7(b)送風機送風流量在重新校驗前後比較

測量時間內所有送風機的耗電量（重新校驗之前）

$$= 590\text{kW} - (1)$$

通過調節室內空氣溫度設定值從而降低送風機送風流量，計算一小時內所有送風機的耗電量：

每小時耗電量：

$$= \text{重新校驗前調整能耗（額定能耗）} \times \text{重新校驗後全負荷功率分數}$$

$$= \frac{590}{0.95} \times 0.65 = 404 \text{ kW} - (2)$$

假設送風機操作從星期一到星期五，早上八時到下午六時。

每年可採用類似冷負荷的小時數：662 小時

- 計算重新校驗後所有送風機全年節省能耗：

$$= ((1) - (2)) \times 662 \text{ 小時}$$

$$= (590 \text{ kWh} - 404 \text{ kWh}) \times 662 = 123,132 \text{ kWh} - (A)$$
- 測量重新校驗前所有送風機全年能耗：

$$= 1,348,950 \text{ kWh} - (B)$$

全年送風機節省用電量大約 $(A) / (B) \times 100\% = 9\%$ 。

案例八 – 空調系統（送風系統）

節能機會：
調整鮮風機運行時間

背景資訊：

送風機逢星期一早上七時三十分啟動和逢星期二至五早上八時啟動。

設施/設備：

送風機(AHUs)和鮮風機(PAUs)



照片 A.8 送風機

現場測量，觀察和發現：

通過檢查控制邏輯，發現鮮風機與送風機互聯並以相同的時間表運行。

建議：

延遲早上啟動鮮風機，以減少在預冷期間處理室外空氣所需的冷卻能量。因此可以修改鮮風機的控制邏輯，以便鮮風機僅在建築物的正常運行小時前十五分鐘啟動。

節能估算：

假設：

- 潛在鮮風機風扇節省功耗為25kW；
- 由於從鮮風中減少冷卻負荷，冷水機組潛在節省能耗為120kW；
- 從操作中節省：
 - 星期一延遲啟動一小時十五分鐘
 - 星期二至五延遲啟動四十五分鐘
 - 星期一至五提早停機三十分鐘

全年節省用電

= (潛在節能) x (一星期節省運作小時) x 星期數量

= 49,000kWh

案例九 – 空調系統（送風系統）

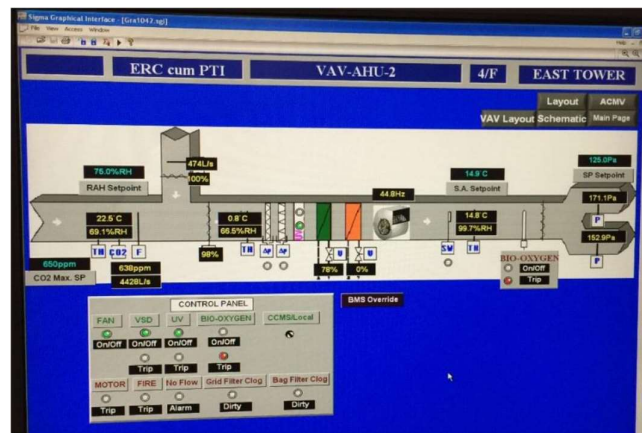
節能機會：
檢查和調整可變風量系統的壓力設置

背景資訊：

檢查和調整可變風量系統的壓力設置

設施/設備：

送風機（AHUs）和可變風量箱



照片 A.9 送風機中央控制及監察系統介面

現場測量，觀察和發現：

在重新校驗檢查期間發現欠缺一些可變風量箱的氣流讀數，而且這些可變風量箱中的空氣阻尼器的位置總是完全打開。內裏的壓力傳感器可能堵塞或失效或設置偏離可變風量箱的設計壓力或流量值。

建議：

建議修理或更換故障傳感器並查看可變風量箱的設置，以便根據實際需求輸送冷氣。此外，由可變風量系統的送風機供應的空氣量也將相應地減少，這降低風扇功率和可變風量系統能耗。

節能估算：

假設：

- 估算送風裝備風扇能耗節省：18KW

- 星期一至五每天八小時運作

全年用電量節省

= (潛在節能) × (每天運作小時) × 日數 × 週數

= 36,000 kWh

案例十 – 空調系統（輸水系統）

節能機會：
在非辦公時間調整冷凍水供水溫度

背景資訊：

在建築物中，有兩台風冷式封裝式螺桿式冷水機（一台操作和一台備用，每台具有 300 kW 的供冷量），用於非辦公時間操作。這兩台冷水機為以下區域提供冷凍水：風機盤管用於電掣房、PABX 室、辦公區和培訓室。這些冷水機的冷凍水供應設計和運行溫度為 7°C。

冷水機運行時間表如下：

星期一至五，凌晨到早上七時和晚上九時到凌晨（五十小時）

星期六，凌晨到早上七時和下午五時到凌晨（十四小時）

星期日，全日（二十四小時）

設施/設備：

非辦公時間冷水機（300kW）



照片 A.10 風冷式冷水機

現場測量，觀察和發現：

通過檢查冷水機性能的技術數據，可以通過在非辦公時間設置更高的冷凍水供應溫度來減少冷水機的能耗。

建議：

建議在非辦公時間，建築操作人員可以提高供應冷凍水溫度。因此由冷水機輸送的冷凍水供應溫度將是大約 9°C，其比原先操作條件高 2°C。

節能估算：

- 一台冷水機的運行週期；
- 冷凍水供水溫度調升 2°C；
- 非辦公時間冷水機運作
 - 星期一至五，凌晨到早上七時和晚上九時到凌晨
 - 星期六，凌晨到早上七時和下午五時到凌晨
 - 星期日，全日
- 冷水機平均能耗估計節省約 6%

全年用電量節省

= (潛在節能) × (一星期節省運作小時) × 星期數量

~ 8000kWh

案例十 – 空調系統（輸水系統）

節能機會：
在非辦公時間調整冷凍水流量

背景資訊：

通過檢查供水和回冷水溫的溫差，改善冷水系統設備的運行。

設施/設備：

所涉及的設備：冷凍水泵（額定泵功率 9kW）



照片 A.11 冷凍水泵

現場測量，觀察和發現：

從冷水系統在夜間模式下的冷凍水供水和回水溫度的測量結果觀察到小溫差（ 2.7°C ）。測量冷凍水流量為 20.7l/s。

基於冷凍水供水和回水攝氏五度的常溫差，所需的冷凍水流量計算為 11.5 l/s，現時流量幾乎是所需冷凍水流量的兩倍。

建議：

建議在非辦公時間或週期內調節冷凍水泵輸送的水流量，以降低冷凍水流量，並改善冷水系統設備的性能。

節能估算：

假設：

- 泵功率從13.5kW減少到8kW
- 運作時間：
 - 星期一至五，凌晨到早上七時和晚上九時到凌晨
 - 星期六，凌晨到早上七時和下午五時到凌晨
 - 星期日，全日

全日用電量節省

= (潛在節能) × (一星期節省運作小時) × 星期數量

= 25,000kWh

案例十二 – 電力系統

節能機會：
審查配電網的電能質量

背景資訊：

電力安裝包括從電源到與最後子電路連接的電氣設備之間的配電網建設。過度分配損失和電能品質差將降低配電網絡的效率，造成不必要的能量損失，以及導線和設備過熱，可能為空調系統施加額外的冷卻負荷。重新校驗將專注於配電網的電能品質來識別潛在的節能機會。

在重新校驗過程中，重新校驗團隊應識別配電網絡中所有可用的計量錶並收集歷史數據。如果沒有計量錶，可以安裝臨時或額外的計量錶，以便於評估實施重新校後所實現的節能效果。從長遠來看，安裝永久計量錶和電力監控系統來跟踪建築物的能耗表現是一個很好的做法。

設施/設備：

建築物中的配電網絡

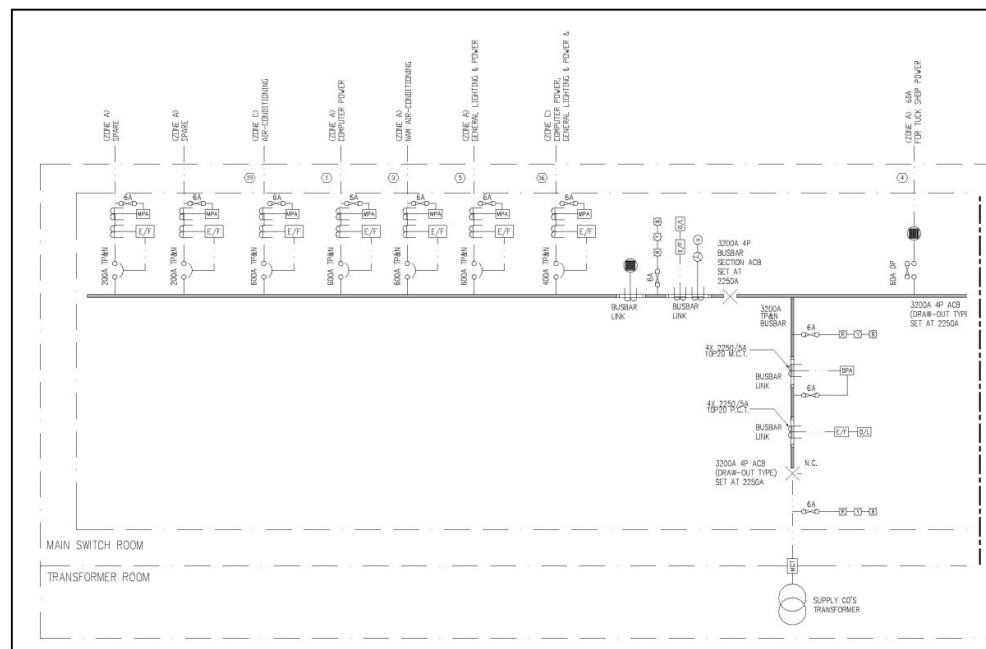


圖 A.12(a)配電網絡示意圖

現場測量，觀察和發現：

1. 總功率因數(TPF)

諸如感應電動機的無功負荷引起無功功率，該無功功率增加了電路中的電流，但不會進行生產性工作。 功率因數一詞，比率範圍從0到1，用於描述負荷的生產工作範圍。 該比率由執行生產性工作的實際功率與執行生產性和非生產性工作的失真功率的比例，接近1的功率因數意味著高效能量負荷。

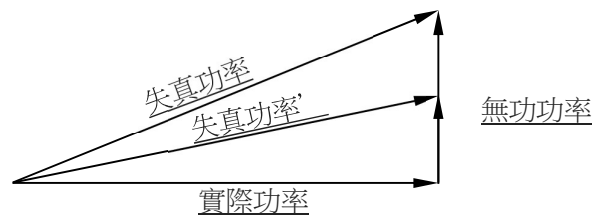


圖 A.12(b)用於失真功率，實際功率和無功功率的功率三角形

（註：失真功率' 是指功率因數校正後的失真功率）

當 TPF 低於電力供應商的最低要求時，應提供相關的校正裝置。超出最低要求，可以使用適當尺寸的校正裝置進一步增強總功率因數。通過改善電路的總功率因數所實現的節能將等於失真功率的減少幅度。

2. 總諧波失真率(THD)

由安裝在建築物中的非線性負荷（例如熒光燈控制裝置、變頻器、電腦等）產生的諧波電流增加了配電網絡中的能量損失。 諧波電流還會加熱傳導體和設備，從而增加空調系統的冷卻需求，並對配電網絡造成其他有害影響。

諧波電流會對配電網絡產生重大影響和浪費能量。當總諧波失真率百分比超過規定限值時，應提供諧波校正裝置。總諧波失真率百分比越低，浪費的功率或能量越少。

3. 測量與改進總功率因數和總諧波失真率

如果測量的總功率因數和總諧波失真率落入不可接受的範圍，應根據測量結果提供適當尺寸的校正裝置。



照片 A.12 400A 電路計量裝置

此外，在電氣設備的調查中，識別反應性負荷和非線性負荷的大小和位置應該是重要的一環。在降低電能品質的負荷附近，校正功率因數和諧波電流更為有效。因此，重新校驗團隊不應將調查局限于主電路、次主電路和饋線電路。測量總功率因數和總諧波失真率應在可行的範圍內盡量伸展至下游和最終電路。當發現導致高功率品質退化的特定負荷或一組負荷（如數位頻率逆變器）時，最好提供接近負荷的校正裝置。另一方面，考慮到成本效益，總功率因數和總諧波失真率的群組校正也是可以接受的。

提高電氣裝置的電能品質可減少電路中的能源浪費，並最大限度地減少相關的不必要影響，如加熱導體和保護裝置跳閘。在能源成本方面，建築物的能源費用（kWh）和需求費用（kVA）均可隨著電能品質的提高而降低。

節能估算：

提高電路的功率因數可減少不需要的無功電流。反應電流本身不會導致能源消耗。然而，無功電流增加了配電網的銅損耗。提高功率因數所達到的節能主要得益於降低銅損耗。這種節能幅度一般較低。

另一方面，以電費收費和需求收費兩項收費收費（kWh）收費的建築物，通過降低用電高峰需求值，提高建築的 TPF 可以直接降低需求收費。這大大降低了建築物的電費。

降低銅損耗的節能形式 Energy saving form reducing copper loss:

銅損耗 = I^2R &

通過安裝和操作適當的功率因數校正裝置，建築物或電路的功率因數（PF）從 0.85 增至 0.95。

通過提高功率因數來降低損耗分數的方法為：

$$[1-(PF/PF')^2] \times 100\% \text{ (note 1)}$$

當：

PF = 沒有校正裝置的電路的原始功率因數

PF' = 用附加功率因數校正裝置運行的電路的功率因數

當 PF 從 0.85 提高到 0.95 時，損耗率降低：

$$[1-(0.85/0.95)^2] \times 100\% = 20\%$$

假設沒有校正裝置的電路的原始銅損耗約為 2%，減少的銅損耗為 0.4% (= 原始銅損耗 (2%) x 20%)。因此，當在負荷側使用有適當功率因數校正裝置操作校正裝置時，可節省 0.4% 的用电量。

由於每年電費為港幣 4,000,000 元，能源收費和需求收費分別約為電費的 85%及 15%。

當使用適當的功率因數校正裝置操作校正裝置時，由於銅損耗的降低而節省的年電費計算如下：

$$= \$4,000,000 \times 85\% \times 0.4\%$$

$$= \$13,600$$

需求費用節省：

峰值需求的減少可以通過以下方式計算：

$$(1- TPF /TPF') \times 100\% \text{ (note2)}$$

當：

TPF = 建築物的原始 TPF

TPF' = TPF 改進後建築物的 TPF

減少峰值需求 (kVA)

$$= (1- 0.85/0.95) \times 100\% = 10.5\%$$

由於需求費用占電費的 15%，每年節省電費為

$$= \$4,000,000 \times 15\% \times 10.5\%$$

$$= \$63,000$$

總節省

改進建築物的總功率因數可直接降低年電費：

$$= \$13,600 + \$63,000$$

$$= \$76,600$$

配電網的計量與監察：

電費單只提供建築物每月的總用電量。瞭解每個裝置或部件的電能品質和電力消耗對分析建築物的能耗表現很重要。

計量設施和監察設施將提供電力消耗數據和電能品質數據，用於執行節能機會後的節能評估分析，並協助業主管理建築物的能耗表現。

案例十三 – 照明系統

節能機會：
調整照明水平

背景資訊：

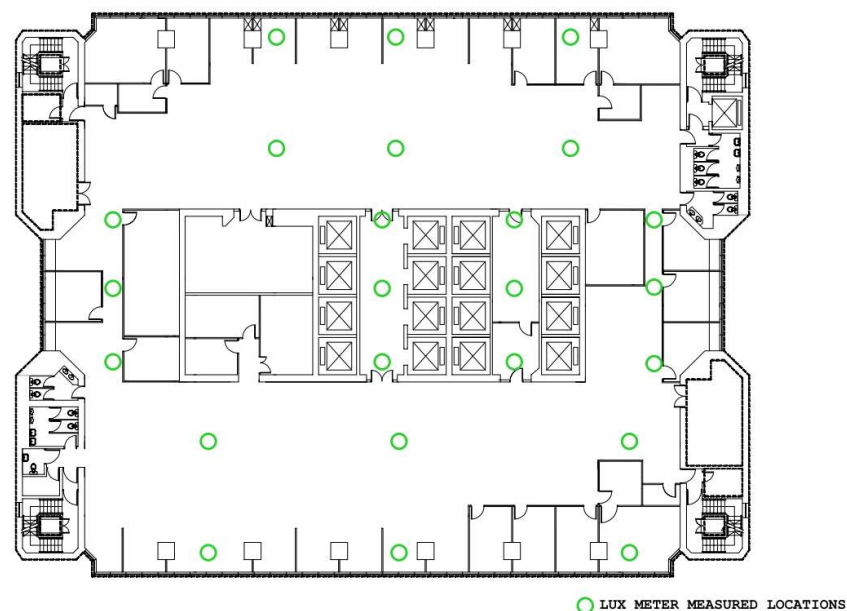
檢查和審查不同功能區的照明水平。

設施/設備：

功能區的照明裝置

現場測量，觀察和發現：

- 使用勒克斯儀表檢查該區域的照明水平。
- 根據當前設施要求和國際標準檢查測量結果。
- 估計調整照明佈局和/或識別除燈的可能性。



圖A.13典型辦公室的平面圖

節能估算：

假設辦公室裡有 30 枝 T5 熒光燈，其中 5 枝可以拆下。

N = 現有燈總數

N' = 提議燈總數

P = 每盞燈的功率 (W)

D = 每天運行小時 (小時/日)

A = 全年運行日 (日)

假設 T5 1500 光管燈功率 = 35 W

$$\text{全年節能量(kWh)} = (N - N') * P * D * A$$

$$\begin{aligned}\text{全年節能量(kWh)} &= (275) * 35 * 8 * (240) \\ &= 18,480 \text{ kWh}\end{aligned}$$

案例十四 – 其他

節能機會： 調整設備運行時間

背景資訊：

僅用計時器控制來調整設備的運行時間，特別是那些沒有與建築物管理系統連接的設備。

設施/設備：

送風機，通風扇和/或照明裝置由計時器控制。

現場測量，觀察和發現：

- 使用配有記錄儀的功率錶或安培錶來連續測量一段時間設備的日常運行。
- 建議測量期間應包括工作日，每週假日和公眾假期。
- 根據建築物或功能區的工作時間檢查測量結果，以微調設施或設備的運行時間。

節能估算：

節能量 = 設備功率 x 減少運行時間

案例十五 – 其他

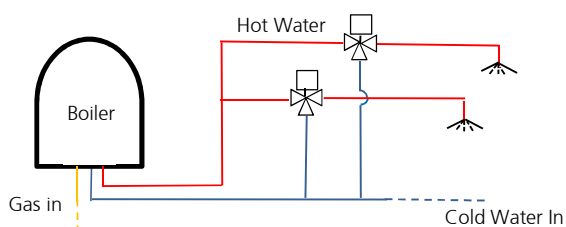
節能機會： 調整燃燒效率

背景資訊：

調整燃氣或空氣比例，以提高燃氣鍋爐的燃燒效率。

設施/設備：

燃氣鍋爐為淋浴室和洗手間，溫水游泳池，廚房和茶水間等提供熱水供應。



圖A.15(a)熱水迴路示意圖



現場測量，觀察和發現：

- 測量鍋爐排氣中煙氣中的一氧化碳（CO）含量和微量CO；
- 如果煙氣中一氧化碳含量高，鍋爐運行過程中可能發生不完全燃燒；
- 調整燃氣與空氣的比例，以實現更好的燃燒效率，使排氣中含有最大量的二氧化碳和最少量的一氧化碳；
- 理論燃燒比可參考圖A.15(b)

節能估算：

$$\text{一氧化碳}\%_{\text{(從燃燒中產生)}} = (\text{測量一氧化碳 in ppm} / \text{一氧化碳密度 in kg/m}^3) / 1000 - \text{一氧化碳}\%_{\text{(從燃氣)}}$$

$$\text{多餘燃氣}\%_{\text{燃燒中}} = \text{一氧化碳}\%_{\text{(從燃燒中產生)}}$$

$$\text{全年燃氣節省} = (\text{全年燃氣耗量}) \times (\text{多餘燃氣}\%_{\text{燃燒中}})$$

例子：

鍋爐每年的燃氣消耗約為 18,195 單位，每年的費用約為 221,311 元。

根據現場測量，測得的CO濃度為78ppm。

$$\begin{aligned}\text{一氧化碳}\%_{(\text{從燃燒中產生})} &= (78 / 1.4^{*1}) / 1000 - 2.1\%^{*2} \\ &= 5.3\% - 2.1\% \\ &= 3.2\% \\ \text{多餘燃氣}\%_{\text{燃燒中}} &= 3.2\%\end{aligned}$$

全年燃氣節省量 = (全年燃氣用量) x (多餘燃氣百分比_{燃燒中})

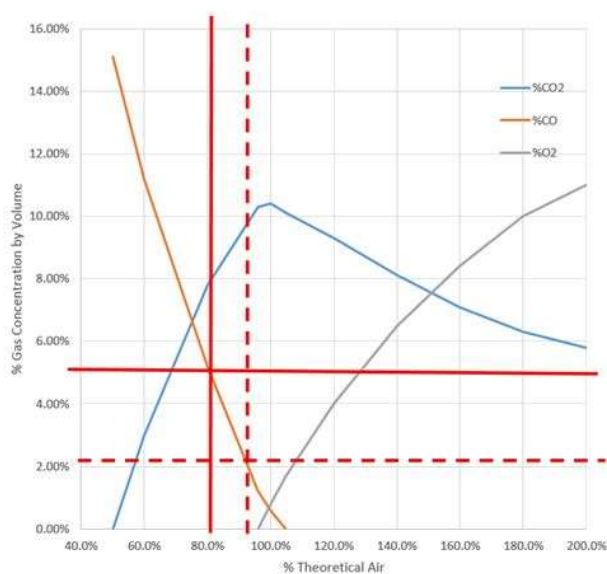
$$\begin{aligned}\text{Annual Fuel gas saving} &= 18,195 \times 3.2\% \\ &= 582 \text{單位} \\ &= 27,936 \text{MJ}^{*3} \\ &\sim \$ 7,000\end{aligned}$$

備註：

*¹ 一氧化碳密度 $\text{in kg/m}^3 = 1.14 \text{kg/m}^3$

*² 在該研究中，燃料氣體一氧化碳的濃度範圍為1%至3.1%。一氧化碳濃度的平均值為2.1%。

*³ 每個單位燃料氣體代表48MJ的熱值。



圈 A.15(b)理論燃燒

案例十六 – 其他（使用電腦模擬）

節能機會：
利用採光（使用電腦模擬）

背景資訊：

人工照明可以是辦公樓能耗的主要來源。對於示例建築物，照明能量佔總電力消耗近百分之三。目前，除主入口大廳外，建築物內沒有安裝採光傳感器。因此，即使日間透過天然光使空間擁有良好照明時，照明器材還繼續運行。

設施/設備：

停車場的照明設備



照片A.16停車場照明

現場測量，觀察和發現：

(1) 收集趨勢記錄數據

沒有次儀錶可以監控和記錄每個樓層的照明能耗。只是根據如下的預設操作時間表控制照明設備。

地點	建築運行時間表
辦公區，食堂，電梯大堂，廁所，停車場	24 小時
景觀區	18:15 - 6:15 (星期一至日)
走廊	06:00 - 24:00 (星期一至五)
健身房	08:00 - 24:00 (星期一至日)

表A.16(a)照明設備運行時間表示例

(2) 通過模擬分析收集的趨勢記錄數據

將操作時間表與燈具數量和燈泡類型一起輸入到 3D 模擬模型中，以模擬現實生活中的照明操作。每月模擬照明能耗如下所示。

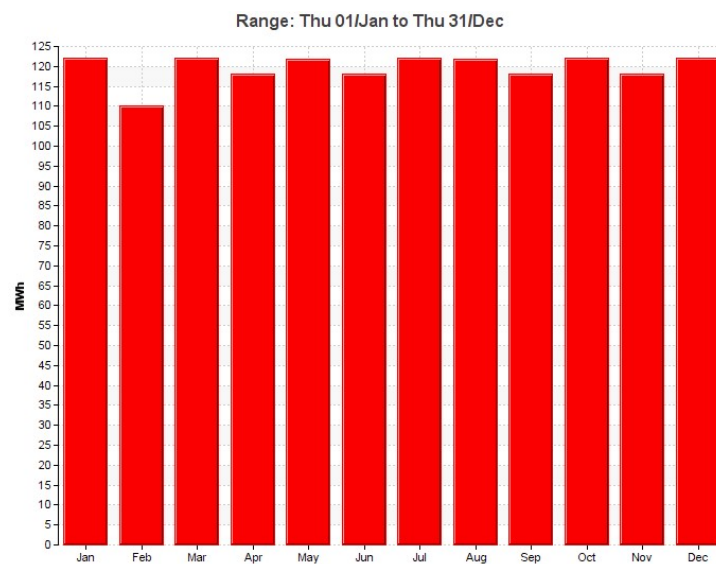


圖 A.16(a)模擬照明每月能耗的示例

(3) 識別節能機會

建議在所有周邊空間和在白天接收直接太陽照射的停車場安裝日光傳感器。這些日光傳感器可感知空間內的照明水平，並在空間內的勒克斯水平超過允許限制時關閉照明設備。以這種方式，可以節省照明能耗以及用於冷卻空間的能耗。適用空間建議的允許勒克斯級別如下：

空間類型	典型照明水平（勒克斯）
辦公室	300-500*
停車場	50**
走廊	100***
餐廳	200***
更衣室	200***

* CIBSE (Chartered Institute of Building Services Engineers) Lighting Guide 07: Offices (2005)

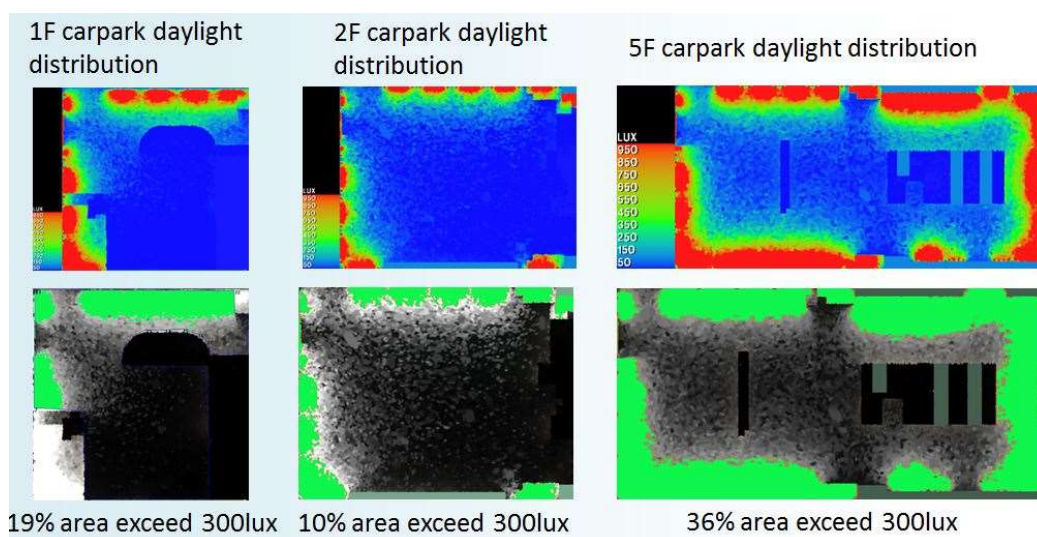
** 勞工處職業環境衛生指引－照明 (2011).

*** British Standard BS EN 12464-1:2011 Light and lighting – Lighting of work places

表 A.16(b)照明控制的照明水平示例

(4) 原理

日光傳感器連接到照明系統開關，當傳感器的位置檢測到足夠的日光水平時，電信號將被發送到照明開關以自動關閉照明設備。



圖A.16(b)停車場採光模擬結果

節能估算：

估計的節能量（kWh）約為照明能耗的 1%至 3%。

案例十七 – 其他（使用電腦模擬）

節能機會：
改善冷水機組的性能（通過電腦模擬）

背景資訊：

有兩台熱回收變速驅動離心式冷水機和兩台變速驅動離心式冷水機，每台冷卻量為 1900kW。還有一台小型螺桿式冷水機（~800kW）和一台小型風冷式冷水機（~500kW），主要用於低負荷狀態。

冷水機的運行控制基於建築物負荷需求（範圍從 300kW 到 3500kW）和冷水機組的累積運行時間。根據現場保養隊伍的數據和描述，一到兩個大型冷水機將足以滿足全年的建築負荷需求。小型螺桿式冷水機用於夜間服務。

每台冷水機與一套冷凍水泵和冷凝水泵相連。冷凝水迴路中有四個冷卻塔。根據現場保養隊伍的數據和描述，最多兩個冷卻塔足以在全年提供散熱。

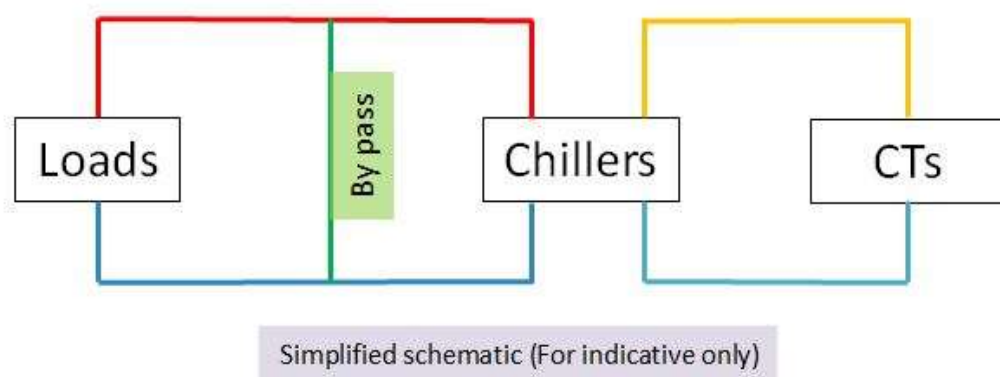
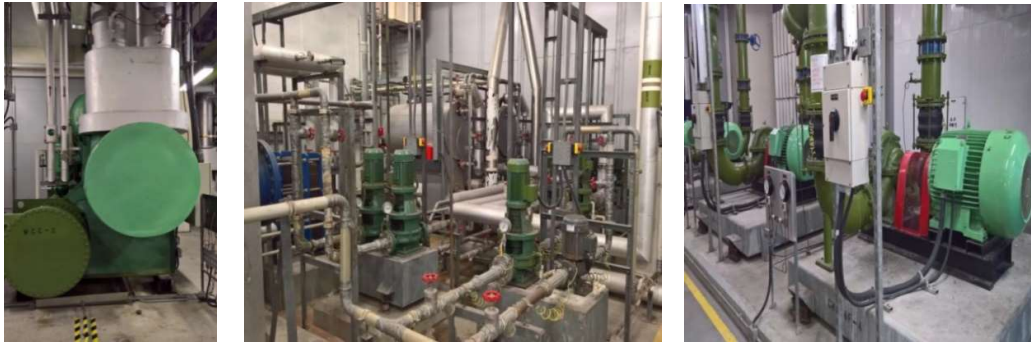


圖 A.17(a)冷水機組簡單框圖

設施/設備：

冷水機、冷凍水泵、冷卻塔和冷凝水泵



照片A.17冷水機組裝備

現場測量，觀察和發現：

中央控制及監察系統目前沒有趨勢記錄功能，現場手動提取了五天的數據進行快速調查。已提取的數據包括以下內容：

- 冷凍水流量
- 冷凍水溫差
- 冷凝水流量
- 冷凝水溫差
- 冷卻塔、冷凝水和冷凍水泵能耗
- 冷水機能耗

(1) 分析收集的趨勢記錄數據

由於實際的數據有限，因此使用 3D 模擬模型盡可能地反映建築物的運行情況。對於冷水機組調整，進行了以下分析。

- 建築物冷負荷曲線分析
- 冷水機部分負荷性能曲線分析
- 冷凝水溫的變化
- 排序調整
- 多台冷卻塔配置

在這示例建築物中，大多數樓層都是二十四小時運行，冷負載需求範圍從 300kW 到 3500kW 之間。冷負荷曲線如下。

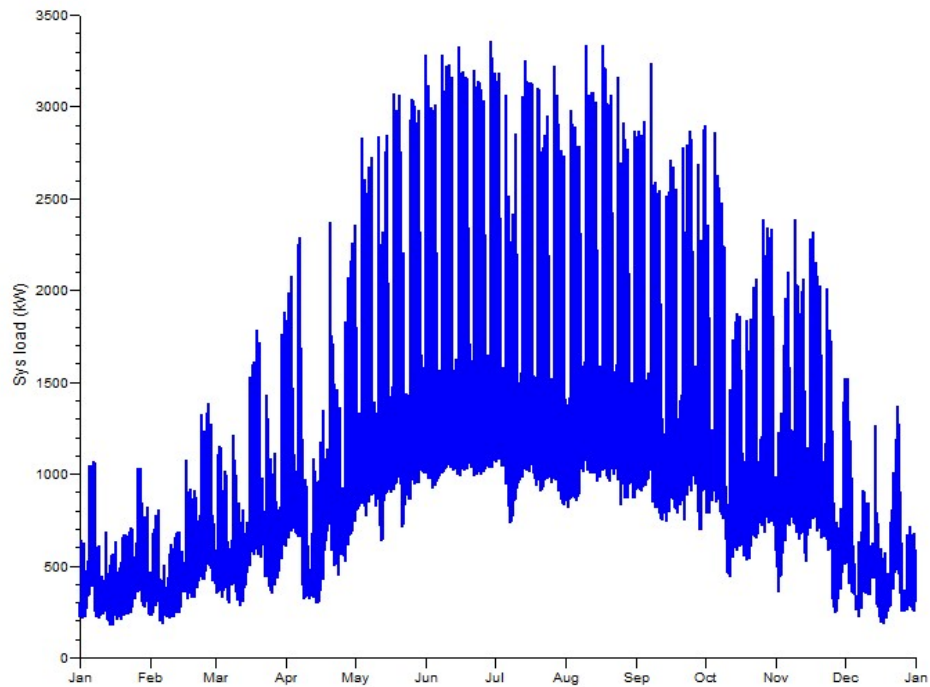


圖 A.17(b)建築冷負荷曲線示例

每月冷負荷需求如下。

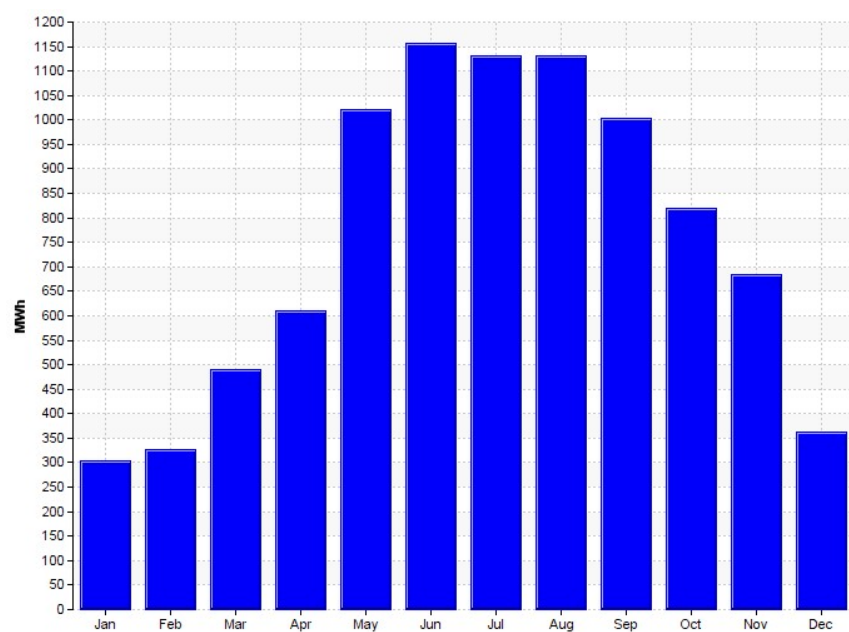


圖 A.17(c)建築物每月冷負荷需求示例

(2) 識別節能機會

冷凝水溫度控制

冷凝水進入溫度目前不受控制，僅取決於室外天氣條件。在室外濕球溫度低的冬季和春季期間，通過進一步降低冷凝水溫度，將有機會節約能源。

目標是達到二至六度的趨近溫度，這將使冷水機在不超出冷卻塔極限的情況下以更高的效率運行。

2015 年室外濕球溫度如下所示。

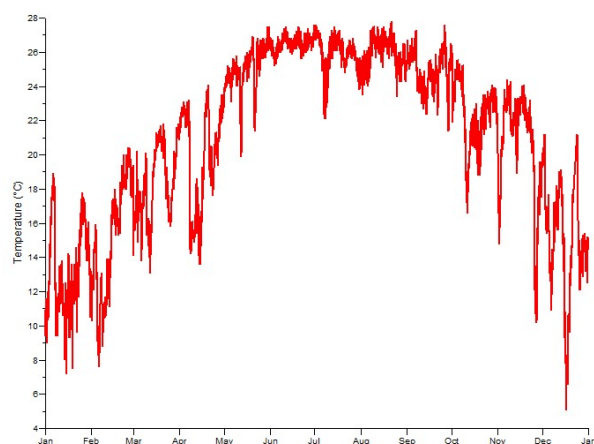


圖 A.17(d)室外濕球溫度示例

下圖比較了趨近溫度（藍線）和目標冷凝水進入溫度（紅線）。

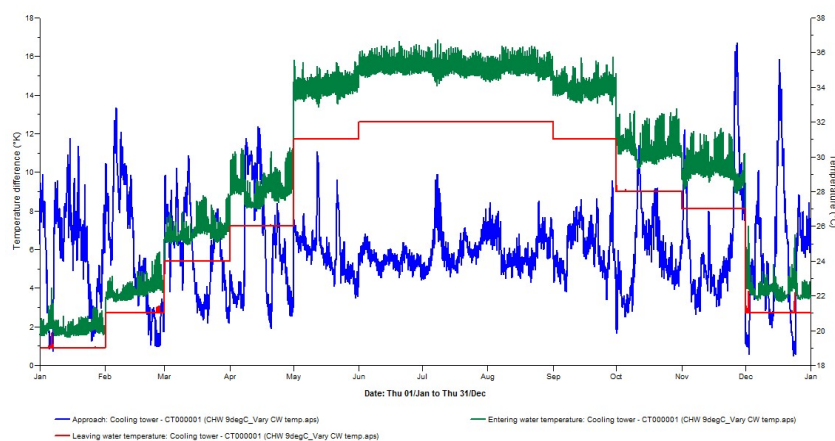


圖 A.17(e)冷凝水溫度和接近溫度示例

Approach Temperature

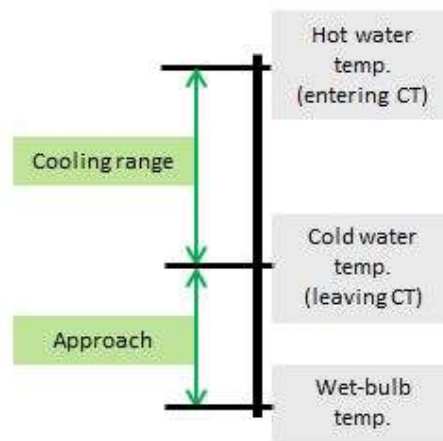


圖 A.17(f)接近溫度解釋

接近溫度是冷凝水離開冷卻塔的溫度和進入空氣濕球溫度之間的溫度差

冷卻塔配置

為了使冷卻塔中變速驅動器發揮最大效能，建議即使只有一台冷水機運行，可運行兩台冷卻塔作散熱（N+1 安排）。這樣冷卻塔風扇將以低速運行從而提升效率和降低風扇功率。

原理

根據室外濕球溫度，建議考慮調節冷凝水進入溫度，以盡量提高冷水機的效率。

根據冷卻塔中變速驅動風扇的特性，建議考慮以較低的風扇速度運行冷卻塔風扇。這可以透過運行多個冷卻塔實現，即使在低負荷情況下。

冷水機排序

每個月的冷負荷範圍分佈估計如下。該圖表顯示了每月冷負荷範圍的頻率。

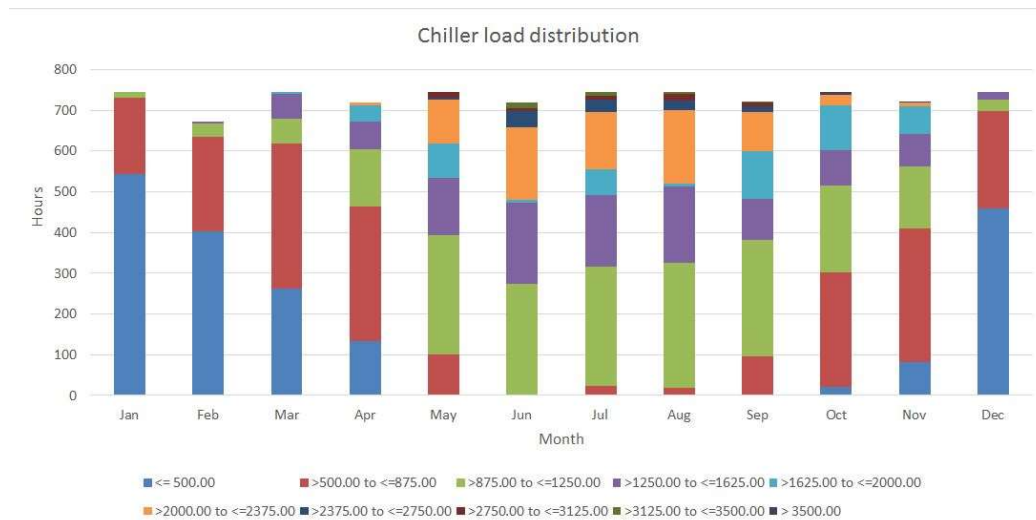


圖 A.17(g)每月冷負荷範圍（%小時）

上圖用於分析不同冷水機排序模式的機會。這需要與冷水機部分負荷性能圖（圖 A.17(h)）一起進行分析，以便更好地了解如何在最高效率的條件下運行冷水機。

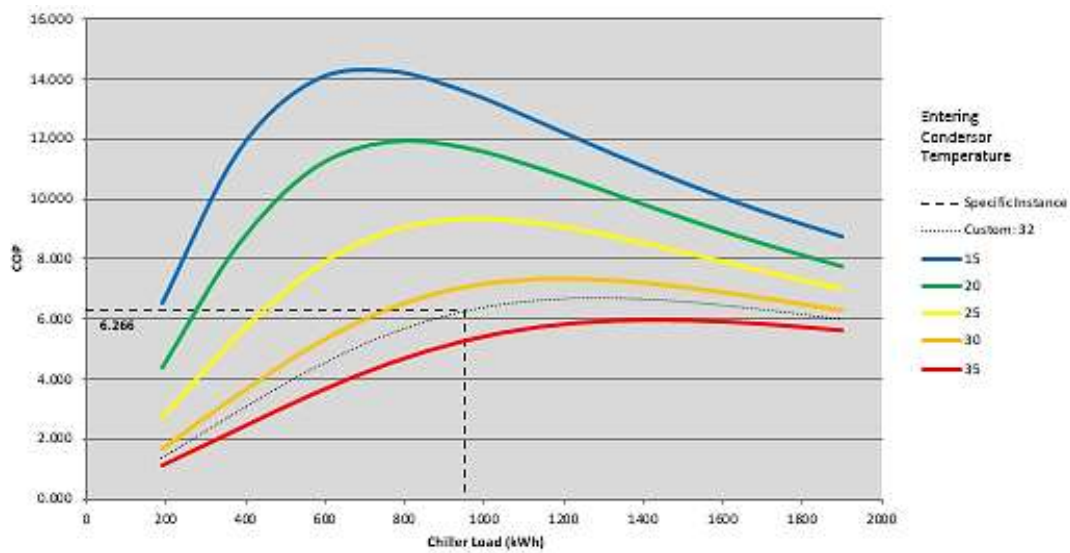


圖 A.17(h)通用變速驅動冷水機效能曲線

從上面的冷水機曲線，不同季節的冷水機負荷範圍優化如下。

Season period	Condenser water temperature (°C)	Optimal cooling load range (kW)
Spring (March to May)	24 – 29	900 – 1200
Summer (June to August)	31	1200 – 1400
Autumn (September to November)	28 - 30	1100 – 1200
Winter (December to February)	20 - 22	750 – 900

表 A.17(a)冷負荷範圍

建議在低負荷情況下（上至 1700kW）運行一台大型變速驅動冷水機，在中等負荷情況下（1700kW 至 3000kW）運行兩台大型變速驅動冷水機，在高負荷情況下（3000kW 及以上）運行三台大型變速驅動冷水機。

為了在低負荷情況下利用變速驅動冷水機的高效率特性。建議使用兩台變速驅動變速驅動離心式冷水機和兩台熱回收變速驅動離心式冷水機，即使在低負荷情下也能。小型螺桿式冷水機和小型風冷式冷水機應僅作為備用冷水機。

Operation Mode	Building load	No. of chiller requiqred	Chiller to operate	No of cooling tower to operate
A	< 500kW	1	WCC1	2
B	500kW < and < 1700kW	1	HRC1/HRC2/WCC2/WCC3	2
C	1700kW < and < 3000kW	2	HRC1/HRC2/WCC2/WCC3 and HRC1/HRC2/WCC2/WCC3	3
D	> 3000kW	3	HRC1/HRC2/WCC2/WCC3 and HRC1/HRC2/WCC2/WCC3 and HRC1/HRC2/WCC2/WCC3	4

表 A.17(b)冷水機運作時間

	Loading range	Suggested operation mode	Loading range	Suggested operation mode	Loading range	Suggested operation mode	Remarks
January	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
February	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
March	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
April	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
May	500kW < and < 1700kW	B	1700kW < and < 3000kW	C	> 3000kW	C	-
June	500kW < and < 1700kW	B	1700kW < and < 3000kW	C	> 3000kW	C	-
July	500kW < and < 1700kW	B	1700kW < and < 3000kW	C	> 3000kW	D	-
August	500kW < and < 1700kW	B	1700kW < and < 3000kW	C	> 3000kW	D	-
September	500kW < and < 1700kW	B	1700kW < and < 3000kW	C	> 3000kW	D	-
October	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
November	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1
December	< 500kW	A	500kW < and < 1700kW	B	> 1700kW	B	Note 1

Notes

1. If loading more than 1 chiller capacity, extra chiller to be kick in

表 A.17(c) 冷水機每月運作模式

例如，5 月份，估計建築負荷在白天約為 2000-2800kW，在夜間約為 600-1000kW。因此，建議在整個實施階段白天操作兩台變速驅動冷水機，在夜間操作一台變速驅動冷水機。

節能估算：

冷水機系統的總節能量（kWh）估計約為 5%至 10%。

輔助資料

階段一至四表格

階段一至四表格

表格 1.1 — 建築物設計與操作資料清單

(A) 一般建築屬性			
建築類型			
建築平面圖		☐ 有	☐ 沒有
使用時間表		☐ 有	☐ 沒有
總建築面積(m2)			
OP認證日期(DD/MM/YY)			
近期重大改造(DD/MM/YY)			
資訊收集連絡人			
(B) 屋宇設備系統資訊			
安裝屋宇設備圖 (原理圖和設備佈局圖)			
空調系統		☐ 有	☐ 沒有
電力系統		☐ 有	☐ 沒有
照明系統		☐ 有	☐ 沒有
排水系統		☐ 有	☐ 沒有
升降機與自動電梯		☐ 有	☐ 沒有
AA&I工作 (示意圖和設備佈局計畫)			
空調系統		☐ 有	☐ 沒有
電力系統		☐ 有	☐ 沒有
照明系統		☐ 有	☐ 沒有
排水系統		☐ 有	☐ 沒有
升降機與自動電梯		☐ 有	☐ 沒有

備註：請修改表格以適應個別情況

空調系統			
風冷式冷水機	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
水冷式冷水機	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
冷凍水泵	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
冷卻塔	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
冷凝水泵	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
海水水泵	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
VRV系統	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
分體式系統	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
鮮風機或送風機	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
其他空調設備	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
照明系統			
照明設備資料		☐ 有	☐ 沒有
照明設備操作時間表		☐ 有	☐ 沒有
照明控制裝備	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
升降機與自動電梯系統			
載客升降機	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
載貨升降機	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
自動電梯	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
排水系統			
水泵	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
電力系統			
計量	設備資訊：	☐ 有	☐ 沒有
	目錄：	☐ 有	☐ 沒有
安裝了總諧波失真和功率因數校正裝置		☐ 有	☐ 沒有
安裝變速驅動器		☐ 有	☐ 沒有

備註：請修改表格以適應個別情況

一般			
設備操作時間表		☐ 有	☐ 沒有
冷水機 / 泵 / 鮮風機 / 送風機等趨勢記錄數據		☐ 有	☐ 沒有
條款及條件記錄	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有
過去36個月的日常保養記錄	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有
操作和保養手冊		☐ 有	☐ 沒有
過去36個月的電費帳單	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有
過去36個月的煤氣帳單	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有
中央控制及監察系統過去36個月的數據	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有
近期能源審計報告		☐ 有	☐ 沒有
室內空氣質量認證	如果沒有，請具體說明：	☐ 有	☐ 沒有

備註：請修改表格以適應個別情況

表格 1.2 — 現有設施要求表格

樓層	樓層描述	空調設備				機械通風設備				照明水平	使用地區運作時間表	
		溫度 (°C)		濕度 (%)		鮮風進氣量 (l/s)		排氣量 (l/s)				
		現有用戶要求		現有用戶要求		現有用戶要求		現有用戶要求		現有用戶要求	現有用戶要求	
		季節：		季節：		季節：		季節：			季節：	
											平日：	
											星期六：	
											星期日：	
		季節：		季節：		季節：		季節：			季節：	
											平日：	
											星期六：	
											星期日：	
		季節：		季節：		季節：		季節：			季節：	
											平日：	
											星期六：	
											星期日：	
		季節：		季節：		季節：		季節：			季節：	
											平日：	
											星期六：	
											星期日：	
		季節：		季節：		季節：		季節：			季節：	
											平日：	
											星期六：	
											星期日：	

備註：請修改表格以適應個別情況

表格 1.3 — 現場檢視清單

水冷式 / 風冷式冷水機 / 熱泵：

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

現場設備拍照記錄	
任何視覺檢測的缺陷(如無法達到設定值、超出範圍控制、感應器錯誤、欠缺監控儀器、控制裝置磨損、設備停止不當等)：	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

備註：請修改表格以適應個別情況。

冷凍水泵：

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

冷凝水泵

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

現場設備拍照記錄	
任何視覺檢測的缺陷：	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

備註：請修改表格以適應個別情況。

中央熱水系統設備

現場檢視清單							
☐ 中央熱水系統							
中央熱水系統設備							
設備代號	安裝年份	位置	類型 (如鍋爐 / 熱泵)	額定功率	品牌	型號	驅動器類型
				(kW)			(CSD / VSD)

備註：請修改表格以適應個別情況。

現場設備拍照記錄	
任何視覺檢測的缺陷：	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

備註：請修改表格以適應個別情況。

鮮風機 / 送風機

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

VRV / 分體式空調

現場檢視清單							
☐ VRV / 分體式空調							
VRV / 分體式空調							
設備代號	安裝年份	位置	安裝容量	額定功率	品牌	型號	驅動器類型
			(kW)	(kW)			(CSD / VSD)

備註：請修改表格以適應個別情況。

現場設備拍照記錄	
任何視覺檢測的缺陷：	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

備註：請修改表格以適應個別情況。

升降機機房 / 自動電梯機房

現場檢視清單

☐ 升降機機房/自動電梯機房

升降機機房 / 自動電梯機房

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

現場設備拍照記錄

--

任何視覺檢測的缺陷：

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

備註：請修改表格以適應個別情況。

[項目名稱]

重新校驗計劃
在
[建築物名稱]

[日期]

文件編號.:
[XXXXXXXXXX]

目錄

- 1. 引言**
 - 1.1 執行摘要
 - 1.2 建築物的一般描述
 - 1.3 重新校驗目標
 - 1.4 規劃階段的工作範圍
 - 1.5 重新校驗團隊成員
 - 1.6 重新校驗主程序

- 2. 四種能耗系統概述**
 - 2.1 整年能源消耗
 - 2.2 空調系統
 - 2.3 電力系統
 - 2.4 照明系統
 - 2.5 升降機和自動電梯系統

- 3. 當前的設施要求**

- 4. 初步分析**
 - 4.1 現有冷水機組效率
 - 4.2 冷水機組冷卻負荷概述
 - 4.2.1 白天高峰冷卻負荷
 - 4.2.2 總負荷因數與總安裝容量對比
 - 4.2.3 冷水機平均負荷係數
 - 4.3 冷卻負荷的發生時間

- 5. 初步分析 (能耗模擬) [可選項]**
 - 5.1 模擬計劃
 - 5.2 輸入參數
 - 5.3 模擬結果

- 6. 數據驗證和現場測量計劃**
 - 6.1 數據驗證
 - 6.2 數據收集
 - 6.3 現場測量計劃

1. 引言

1.1 執行摘要

本段應包括但不限於：

- 總結本階段的初步調查結果
- 提出潛在的節能領域
- 提出下一階段的時間框架和資源

1.2 建築物的一般描述

本段應包括但不限於：

- 建築物位置
- 竣工年份
- 樓層數量
- 不同散熱方法下的中央冷水機組總冷卻容量
- 中央冷水機組簡介



顯示建築物位置的照片

圖 1.1a: [建築物位置]

1.3 重新校驗目標

本段應包括但不限於：

- 重新校驗簡介
- 想要達到的目的

1.4 規劃階段的工作範圍

本段應包括但不限於：

- 項目開工日期
- 規劃階段的工作範圍

1.5 重新校驗團隊

參與重新校驗成員如下

成員	姓名	聯絡電話	公司
建築物擁有人			
建築物經理			
操作和保養隊伍			
承包商			
重新校驗服務提供者			

表 1.4a:重新校驗成員列表

1.6 重新校驗主程序

一份重新校驗主程序應在此附上。

2. 四種能耗系統概述

2.1 整年能源消耗

本段應包括但不限於：

- 描述當前年度能耗表現（按電費帳單）
- 描述當前年度能耗表現（按照模擬）[可選項]
- 描述總能耗細分

	空調系統安裝	照明和小設備安裝	升降機安裝	水管和排水安裝	其他	總和
能源消耗(MJ)						
百分比						

表 2.1a: 過去 12 個月能源消費總量細分

	空調系統安裝	照明和小設備安裝	升降機安裝	水管和排水安裝	其他	總和
能源消耗(MJ)						
百分比						

表 2.1b: 過去 12 個月能源消費總量細分（按照模擬）[可選項]

總能源消耗細分

2.2 空調系統

中央冷水機組

本段應包括但不限於：

- 詳細說明中央製冷機組（即水冷 / 風冷式冷水機 / 熱泵等、各類冷水機的冷卻能力、機組運行時間、服務區、中央製冷機組控制系統）
- 建築物的現有管道示意圖
- 現有冷水機的概述（例如，不同運行模式 / 季節條件下的控制設定 / 設定點）（參見表 2.2a）
- 現有冷凍水泵概述（參見表 2.2b）
- 現有冷水機的運行時間表（參見表 2.2c）
- 詳細描述不同的操作模式
- 不同運行模式下的冷卻能力
- 在不同運行模式下的服務區域；

設備代號	位置	安裝容量 (Ton)	冷凍水溫度 (°C)		流量 (L/s)	蒸發器壓力 (kPa)	冷凝器壓力 (kPa)	額定功率 (kW)	品牌	型號	驅動器類型 (e.g. CSD/VSD)
			供水	回水							

表 2.2a: 現有冷水機摘要

設備代號	位置	流量 (L/s)	額定功率 (kW)	品牌	型號	驅動器類型 (e.g. CSD/VSD)

表 2.2b: 現有冷凍水泵摘要

機組位置	冷水機型號	運行時間	服務區域

表 2.2c: 現有冷水機的運行時程表



現有中央冷水機組輸水示意圖

圖 2.2a: 現有中央冷水機組輸水示意圖

2.3 電力系統

電力安裝

本段應包括但不限於：

- 對現有電力系統的描述，包括電力原理圖的描述
- 識別變壓器/發電機服務的主要物品
- 使用的電容器組的描述
- 識別電容器組的位置
- 使用的諧波濾波器的描述
- 識別諧波濾波器位置



圖 2.3a: 電力線路圖

2.4 照明系統

2.4.1 照明安裝

本段應包括但不限於：

- 現有照明系統的描述，包括典型的燈具
- 現有照明控制系統的說明
- 確定採用的任何節能措施，如活動和日光傳感器



圖 2.4a: 照明佈局

位置	照明類型	數量	功率 (W)	運行時間

圖 2.4b: 照明時間表

2.5 升降機和自動電梯系統

升降機和自動電梯安裝

本段應包括但不限於：

- 說明現有的電梯和自動電梯系統，包括電梯和自動電梯的數量、驅動器類型和服務樓層
- 確定所採取的任何節能措施

升降機

設備型號	品牌	乘載容量(Kg)	速度(m/s)	服務樓層	功率(kW)	運行時間	驅動器類型(如 VSD/VVVF)	待機功能(有/否)	減速裝置(有/否)

自動電梯

設備型號	品牌	乘載容量(Kg)	速度(m/s)	服務樓層	功率(kW)	運行時間	驅動器類型(e.g. VSD/VVVF)	待機功能(有/否)	減速裝置(有/否)

3. 當前的設施要求

本段應包括但不限於：

- 描述當前用戶對空調供應和機械通風（溫度、濕度、排氣率）需求的資訊
- 描述當前用戶對照明(Lux 水平)需求的資訊
- 描述地區用戶使用時間

詳情請參閱表格 1.2 — 現行設施要求表格。

4. 初步分析

4.1 現有冷水機效率分析

本段應包括但不限於：

- 描述建築物的冷卻負荷概況
- 描述能源消耗
- 描述現有冷水機的效能及其 COP 值



圖 4.1a: 建築物的冷卻負荷



圖 4.1b: 現有冷水機組的效率

4.2 冷水機組冷卻負荷概述

4.2.1 白天高峰冷卻負荷

本段應包括但不限於：

- 中央冷水機組的冷卻負荷分佈
- 全年最高冷卻負荷
- 夏季和冬季冷卻負荷概述



圖 4.2.1a: 高峰冷卻負荷概述

4.2.2 總負荷因數與總安裝容量對比

本段應包括但不限於：

- 中央冷水機組全年的負荷係數
- 每個冷水機的中央冷水機組的負荷係數
- 分析冷水機和相應的附件（例如泵、排熱/交換裝置等）的操作排序



圖 4.1.2a: 峰值負荷係數與總裝機容量的比較



圖 4.1.2b: 各冷水機負荷係數與總安裝容量對比

機組位置	冷負荷峰值(kW)	總安裝冷卻容量(kW)	負荷係數
細分	冷卻容量 (kW)	安裝容量的負荷係數	
冷水機 A			
冷水機 B			
冷水機 C			
冷水機 D			

圖 4.1.2c: 冷水機的峰值負荷係數

4.2.3 冷水機平均負荷係數

本段應包括但不限於：

- 全年各冷水機負荷係數的描述和分析



圖 4.2.3a: 每個冷水機在其容量範圍內的平均負荷係數

機組位置	冷水機	平均負荷係數 (夏季: 六月至九月)

量 4.2.3b: 各冷水機在夏季的平均負荷係數

4.3 冷卻負荷的發生時間

4.3.1 本段應包括但不限於：

- 冷卻負荷發生時間的描述和分析



圖 4.3.1a: 白天冷負荷發生時間的百分比

5. 初步分析 (能耗模擬) [可選項]

5.1 模擬計劃

本段應包括但不限於：

- 整個模擬計畫六個步驟的描述：
 - 步驟一：收集數據
 - 步驟二：能耗模型的校準（第一階段分析）
 - 步驟三：與能源帳單校準 Calibration on the utilities bills
 - 步驟四：模擬最近建築物表現（第二階段分析）
 - 步驟五：表現差距檢測
 - 步驟六：持續校驗

5.2 輸入參數

- 輸入參數示例

	模型輸入組件
建築外牆	
1	外牆 U 值(W/m ² .K)
2	屋頂 U 值(W/m ² .K)
3	窗戶 U 值(W/m ² .K)
4	窗戶遮陽系數
5	窗戶與牆的比率整體(%)
室內負荷	
6	佔用密度 (人佔平方米)
7	照明功率 (W/m ²)
8	辦公室插座設備 (W/m ²)
室調系統	
8	冷水機組系統
9	冷凍水分配系統
10	室內設計溫度 (°C)
11	冷水機容量 (kW)
12	冷水機 COP
13	泵和風扇流量和功率
14	分體式 COP

5.3 模擬結果

本段應包括但不限於：

- 說明模擬結果，包括能源審計報告與模擬之間的環境溫度比較 (如果沒有能源審計報告，應使用記錄的數據計算能源消耗)
- 說明能源審計報告與模擬之間的年度能耗比較 (如果沒有能源審計報告，應使用記錄的數據計算能源消耗)

(kWh)	空調系統裝置	照明及小設備裝置	升降機裝置	水管及排水裝置	其他	總和
模擬						
能源審計報告						
偏差						

圖 5.3c: 模擬結果與能源審計報告整年能耗比較



圖 5.3d: 總能耗細分

6. 數據驗證和現場測量計劃

6.1 數據驗證

數據驗證的目的是驗證感應器的準確性，並檢查測量資料是否與讀數有很大的偏差。如果發生這種情況，則需要在日誌表數據及其分析上進行校正。

本段應包括但不限於：

- 澄清核實數據的必要性
- 在現場測量計畫中列出必要的驗證數據，這些數據應附在本節中

6.2 數據收集

數據收集旨在收集和存儲中央控制及監察系統或操作和保養隊伍要收集的數據項，以了解設備或系統的表現。這些資料需要進一步分析，以確定系統是否有任何異常或改進的地方。

本段應包括但不限於：

- 澄清收集數據的必要性
- 列出應在現場測量計劃中收集的必要數據並附加於本節中

6.3 現場測量計劃

網站量測計畫旨在收集需要驗證和收集的項目清單。一些項目可以從初步分析和收集的資料中建立。

在不同的操作模式下，現場測量計畫應考慮以下幾方面：

- 水冷式冷水機和冷凍水迴路
- 散熱系統
- 配風系統
- 電力系統
- 照明系統
- 升降機與自動電梯系統

下一頁提供了一個現場測量計畫樣本

[項目名稱]

現場測量計劃

修定：

修定日期：

項目	測量清單	目的	方法	使用的設備	量測週期	位置	日期	備註
A. 水冷式冷水機和冷凍水迴路(低層)								
B. 散熱系統								
C. 亮層冷凍水迴路								
D. 夜間模式(風冷式冷凍水迴路)								
E. 配風系統								
F. 照明系統								
G. 電力系統								
H. 升降機與自動電梯系統								

表格 2.1 — 使用便攜式數據記錄器進行數據收集的儀器

(A)	暖通空調測量儀器	測量參數/備註	測量範圍	準確度	分辨率	操作和保養隊伍	承包商	重新校驗服務提供者
	電壓錶	電壓	0 to 600V	讀數±2%	1V	✓	✓	✓
	電流錶	電流	0 to 400 A	讀數±2%	0.1 A	✓	✓	✓
	電能錶	有功功率(kW)	根據要測量的設備，用戶應決定合適的儀器尺寸	讀數±1.5%	0.1kW		✓	✓
	功率因數錶	功率因數 / 視在功率(kVA)計算	0 to 1	±0.06	0.01			✓
	電能品質分析儀	諧波含量 / 其他電力參數	1000V	讀數±1.5%	0.1V			✓
			2500A	讀數± 3%	0.1A			
			60,000Ω	讀數± 1%	0.1Ω			
			500Hz	讀數± 0.5%	01Hz			
	靜電管壓力錶	氣流壓力和速度	0 to 2kPa	讀數±0.5%	5Pa		✓	✓
	數字式風速計	氣流速度	0.25 to 12.5 m/s	讀數±5%	0.1 m/s		✓	✓
	葉片式風速錶	通過盤管、進氣口或排出的氣流速度。如非不穩定，通常流速為 0.25m/s 至 15m/s	0.25 to 15 m/s	讀數±5%	0.1 m/s		✓	✓

	罩式風速錶	出風口空氣流量	根據出風口的尺寸， 用戶應該選擇合適的 罩子尺寸來測量空氣 流量	讀數±5%	0.5 l/s		✓	
	壓力錶	液體壓力	0 to 7000kPa	讀數±0.5%	100kPa		✓	
	管夾式超聲波 流量計	液體流量或速度	0 to 9 m/s	讀數±1%	0.0001 m/s			✓
	溫度計	乾球溫度 (°C)	0°C to 50°C	讀數±1%	0.1°C	✓		
	吊帶式乾濕度 計 (溫度計)	乾濕球溫度 (°C)	0°C to 50°C	讀數±1%	NA	✓		
	可攜式電子溫 度計		0°C to 50°C	讀數±1%	0.1°C	✓		
	紅外遙感測溫 槍	用於檢測因絕緣不當或洩漏 而造成的能量損失	0°C to 80°C	讀數±1%	0.1°C			✓
	帶溫度探頭的 數位溫度計	正常熱空氣/蒸汽流內的溫 度(鉑金探頭用於溫度為 0 至 100°C，熱電偶探頭可用 於高達 1,200°C)	0°C to 100°C	讀數±1%	0.1°C		✓	✓
	二氧化碳感應 器	二氧化碳濃度 (ppm)	0 to 2500 ppm	±50 ppm	1 ppm			✓
(B)	電力測量儀器	測量參數/備註	測量範圍	準確度	分辨率	操作和保養 隊伍	承包商	重新校驗 服務提供 者
	電壓錶	電壓	0 to 600V	讀數±2%	1V	✓	✓	✓
	電流錶	電流	0 to 100 A	讀數±2%	0.1 A	✓	✓	✓

	電能錶	有功功率(kW)	根據要測量的設備， 用戶應決定合適的儀器尺寸	讀數±1.5%	0.1kW			✓
	功率因數錶	功率因數 / 視在功率(kVA) 計算	0 to 1	±0.06	0.01			✓
	電能品質分析儀	諧波含量 / 其他電力參數	1000V	讀數±1.5%	0.1V			✓
			2500A	讀數± 3%	0.1A			
			60,000Ω	讀數±1%	0.1Ω			
			500Hz	讀數±0.5%	01Hz			
(C)	照明測量儀器	測量參數/備註	測量範圍	準確度	分辨率	操作和保養 隊伍	承包商	重新校驗 服務提供者
	光度計 (照度計)	勒克斯水平 (照明 / 照明水平)	0 to 9,999 lux	讀數±4% (0- 9,999 lux)	1 lux	✓		✓
			□ 10,000 lux	讀數±5% (□ 10,000 lux)	10 or 100 lux			
(D)	升降機與自動 電梯測量儀器	測量參數/備註	測量範圍	準確度	分辨率	操作和保養 隊伍	承包商	重新校驗 服務提供者
	電壓錶	電壓	0 to 600V	讀數±2%	1V	✓	✓	✓
	電流錶	電流	0 to 100 A	讀數±2%	0.1 A	✓	✓	✓
	電能錶	有功功率(kW)	根據要測量的設備， 用戶應決定合適的儀器尺寸	讀數±1.5%	0.1kW			✓
	功率因數錶	功率因數 / 視在功率(kVA) 計算	0 to 1	±0.06	0.01			✓

重新校驗技術指引
輔助資料 — 階段一至四表格

	電能品質分析儀	諧波含量 / 其他電力參數	1000V	讀數±1.5%	0.1V			✓
			2500A	讀數± 3%	0.1A			
			60,000Ω	讀數± 1%	0.1Ω			
			500Hz	讀數± 0.5%	01Hz			

建議所有測量設備每12個月重新校準一次，以確保良好的精準度。

請注意，所有資料記錄儀和現場測量均應由經過認證的專業人員進行，並遵守健康和安全法規。

表格 2.2a — 冷水機組 — 冷水機組數據收集表格

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

輔助資料 — 階段一至四表格

表格 2.2b/ - 冷水機組 - 冷水機組數據收集表格

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

表格 2.2c – 散熱系統 – 冷卻塔數據收集表格

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

表格 2.2d — 散熱系統 — 冷凝水數據收集表格

散熱系統- 冷凝水泵規範				中央控制及監察記錄數據/現場測量收集的冷凝水泵數據																
稱號： 位置： 型號：																				
				日期 (DD/MM/YYYY):		環境空氣溫度 (°C)			平均：		最高：		最低：		相對濕度 (%):					
				時間間隔	冷凝水泵 01				冷凝水泵 02				冷凝水泵 03				整體冷凝水泵			
流量 (l/s)	運行電流 (Amp)	壓差 (kPa)	電源輸入 (kW)		流量 (l/s)	運行電流 (Amp)	壓差 (kPa)	電源輸入 (kW)	流量 (l/s)	運行電流 (Amp)	壓差 (kPa)	電源輸入 (kW)	流量 (l/s)	運行電流 (Amp)	壓差 (kPa)	電源輸入 (kW)				

備註：請修改表格以適應個別情況。

表格 2.2e — 中央熱水機組數據表格

[illegible]

備註：請修改表格以適應個別情況。

[illegible][illegible]

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

輔助資料 — 階段一至四表格

[illegible]

TG-RCx 2018

表格 2.3 – 擬定節能機會列表

系統調整工程

項目	重新校驗的描述（包括預期結果和能量基準）	估計年度節能（ kWh ）	提議負責員工	實施週期	回報週期	量測和驗證方法(*)	分配給現有系統	實施	
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否

升級工程

項目	重新校驗的描述（包括預期結果和能量基準）	估計年度節能（ kWh ）	提議負責員工	實施週期	回報週期	量測和驗證方法(*)	分配給現有系統	實施	
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否
								☐ 有	☐ 否

重新校驗技術指引

輔助資料 — 階段一至四表格

備註：請修改表格以適應個別情況。

全年節能 (kWh):

備註： (a) 通過比較電費帳單

(b) 通過測量

(c) 通過能耗模擬

(d) 其他

表格 2.4 – 擬定維修裝置列表

維修工程

項目	維修項目說明	重新校驗實施效果論證	提議負責員工	實施週期

備註：請修改表格以適應個別情況。

[項目名稱]

調查報告
在
[建築物名稱]

[日期]

文件編號
[XXXXXXXXXX]

目錄

1.	引言
1.1	執行摘要
1.2	建築物的一般描述
2.	中央樓宇服務安裝系統配置
2.1	暖通空調系統
2.2	電力系統
2.3	照明系統
2.4	升降機與自動電梯系統
3.	收集的建築資訊摘要
3.1	收集項目摘要表
4.	與保養隊伍進行現場檢測的結果
4.1	第一階段（規劃階段）的工作描述
4.2	檢測照片
4.3	相關各方的聯絡名單
5.	調查和改進期間遇到的困難
5.1	調查階段遇到的困難
5.2	改進建議
6.	現場測量和調查結果的詳細資訊
6.1	驗證數據
6.2	收集數據
6.3	現場測量計劃
6.4	主要發現和優化方法
7.	建議的節能機會的詳細計算
7.1	節能機會 1 XXXXXXXXXX
7.2	節能機會 2 XXXXXXXXXX
7.3	節能機會 3 XXXXXXXXXX
7.4	整體節能表
8.	測量和驗證（測量和驗證計劃）
附錄 1 – 建築物當前操作清單	
附錄 2 – 現場測量計劃	
附錄 3 – 現場測量計畫的方法說明	
附錄 4 – 建議維修項目	
附錄 5 – 提議的節能機會	

測量和驗證計劃樣板

[節能機會名稱] 測量和驗證計劃 [日期]

情況

在本節中，應說明該設施的狀況。還要包括每個節能機會概括描述、實施後的預期效果和節能量。應提出當前的限制，並包括圖片和其他相關節能機會的資訊。

計劃

節能機會目的

描述節能機會如何減少能源消耗。包括對操作的潛在影響。

IPMVP 選項和測量邊界

描述選項 (A、B、C 或 D) 和測量邊界。確定如何考慮對測量邊界外的能耗影響。

基準週期

基線週期的長度，包括獨立變數的清單。

報告週期

報告（或改裝後）期間的長度。包括負責數據收集。

調整的依據

與天氣無關的運營變化。

分析程序

說明計算方法。例子如下：

$$S = ABL - Actual \pm Non - routine \ adjustments$$

當：

S = 節省能耗 kWh

ABL = 調整基準，通常根據天氣和運行時間進行調整

$Actual$ = 實際能耗

Non – routine adjustments = 在調整後的基準中沒有考慮到會影響能源使用的建築業操作的調整。

$$\text{節省成本} = S * \text{能源價格表}$$

使用的能源價格表

包括高峰期和非高峰期成本。

儀錶規範

用於測量和驗證過程的儀錶特性。包括精準度、負責閱讀的數據和頻率。包括在數讀數錯誤或不正確的情況下要採取的措施。

監察責任

指定誰負責監視所選節能機會的正確功能。

定義利益相關者

參與選定的節能機會的利益相關者。

預期精準度

列出不確定性的來源。計算精準度和可信度。

預算

包括儀錶、保養、人工和報告費用。

報告格式

用於在議定報告期提出節能的報告。

品質保證程序

列出測量和驗證過程中的主要風險，包括數據缺口、未記錄的非例行調整。

對於選項 A，包括：

- 所使用的關鍵和非關鍵參數的合理性。
- 設備檢查時間表。

對於選項 D，包括：

- 所選軟件的名稱和版本。
- 輸入數據和測量任何參數的方法。
- 從模擬輸出相關數據。
- 達到的精確性，考慮 ASHARE Guidelines 14。

測量和驗證報告樣板

執行摘要

報告概述，包括顯示估計節省的表

	總能耗節省 (每年 kWh)	總能源成本節省(每年\$)
建議節省		
當前報告已驗證的節省		

背景

項目資訊：

項目：	
客戶名稱	
地點坐標	
設施說明	
供資夥伴 (如有)	
節能機會	

測量和驗證資訊：

框架	
測量和驗證計劃	參巧包含測量和驗證計畫的文件
IPMVP 選項	定義測量和驗證選項
測量	
測量策略	臨時記錄器 / 分錶 / 能源賬單等
測量邊界	清晰的測量邊界
監察期	如十二個月
分析	
節省決定	避免能量/標準能量
常規調整的基礎	冷卻度日數、工作時間等。
目標不確定性	信心 / 精準度 (如 90/10)
報告	
報告時間表	例子： 年份 0 報告 –緊接完成節能機會後。 年份 1 報告 –完成節能機會後十二個月。 年份 2 報告 –完成節能機會後二十四個月。

節省資訊：

	總能耗節省 (每年 kWh)	總能源成本節省(每年\$)
建議節省		
報告 0 驗證節省		
報告 1 驗證節省		
...		

項目節省驗證

測量和報告週期

這些週期應該與測量和驗證計畫一致

分析概述

包括用於基準調整（如天氣）和非常規基準調整（如設定點溫度）的資訊。同時，更新使用的能源價格表。

觀察數據與節能計算

以表格或圖表的形式呈現數據

間隔	獨立變數	測量能源使用 (kWh)	調整基準能源使用 (kWh)	能源節省 (kWh)	節省成本 (\$)	評論/更正
一月						
二月						
...						

結論

討論結果並檢測到操作問題。定義實際節省是否與預測值一致。並為下一個報告期提出建議。

附錄 A：原始觀測數據

包含所有已記錄的數據，並用於估計節能量。

附錄 B：節省計算

包含用於確定節能機會節省的所有計算。

[項目名稱]

實施報告
在
[建築物名稱]

[日期]

文件編號：
[XXXXXXXXXX]

目錄

- 1. 引言**
 - 1.1 執行摘要
 - 1.2 建築物擁有人操作要求
- 2. 每個節能機會的方法**
 - 2.1 節能機會的方法 1 XXXXXXXXXX
 - 2.2 節能機會的方法 2 XXXXXXXXXX
 - 2.3 節能機會的方法 3 XXXXXXXXXX
- 3. 測量和驗證**
 - 3.1 節能機會 1 數據分析與驗證
 - 3.2 節能機會 2 數據分析與驗證
 - 3.3 節能機會 3 數據分析與驗證
- 4. 結論**
 - 4.1 節能機會實際節省總表
 - 4.2 一份建議資本改善清單作進一步研究

持續校驗報告
在
[建築物名稱]

[日期]

文件編號：
[XXXXXXXXXX]

目錄

- 1. 引言
 - 1.1 執行摘要
- 2. 文件記錄政策和程序
 - 2.1 空調系統
 - 2.2 電力系統
 - 2.3 照明系統
 - 2.4 升降機與自動電梯系統
- 3. 關鍵效能指標使用
- 4. 為操作和保養隊伍提供培訓建議