



iPAS
經濟部產業人才能力鑑定

中級能力鑑定－學習指引

淨零碳規劃管理師

▶▶▶ 節能減碳技術實務

序

為協助授課教師與考生掌握評鑑方向並有依循準備，本計畫委託委員會題庫組及規劃組等領域專家，依據各科目評鑑內容，進行重點說明與考題解析。

本手冊為學習指引，旨在提供學習方向與準備參考，並非正式教材或題庫，亦不保證考試通過之責，建議考生依循考試簡章所公告之評鑑主題內容，進行充分準備，以確保應試成效。

如有相關問題，請聯繫 iPAS@itri.org.tw。



經濟部產業人才能力鑑定推動小組

敬啟

目錄

第一章	組織節能減碳策略	1-1
	1.1 減碳/節能目標設定與路徑規劃.....	1-2
	1.2 碳排熱區辨識與能源盤查資料解析.....	1-9
	1.3 財務決策模型與風險評估.....	1-17
第二章	節能技術應用與能源管理	2-1
	2.1 公用設施節能技術選用分析	2-2
	2.2 節能技術投資效益與回收期評估	2-10
	2.3 ESCO 應用實務	2-16
	2.4 ISO50001 能源管理系統導入與運用.....	2-23
	2.5 節能相關前瞻技術	2-31
第三章	再生能源與綠電導入	3-1
	3.1 再生能源種類及優缺點比較	3-3
	3.2 國內再生能源導入及效益評估	3-24
	3.3 綠電採購模式與制度	3-31

職能基準

經濟部為有效提升產業人才素質，近年來持續致力於專業人才培訓發展。為了更明確產業對各類專業人才的能力需求，特別針對亟需人才的多項重點產業，邀集產官學專家，發展產業職能基準，提供各界依其內涵辦理培訓課程及規劃能力鑑定機制。

一、何謂職能？

為完成特定職業（或職類）工作任務，所需具備的能力組合（知識、技能、態度）。

二、淨零碳規劃管理師職能基準

職類名稱	淨零碳規劃管理師
工作描述	協助企業規劃淨零永續目標之策略藍圖，統籌組織碳盤查機制並建立各項淨零管理機制，管控企業淨零專案達成設定目標及成效，並對外公開揭露執行成果，使利害關係人了解企業淨零策略與成果，達成企業淨零碳排終極目標。
入門水準	(建議具以下至少 1 項) 1. 大專以上畢業或同等學力。 2. 具 1 年以上協助企業能源管理/溫室氣體盤查/碳足跡/節能減廢或綠色製程之經驗，或具備各類環保永續相關專業證照。 3. 熟悉企業永續發展內涵及相關指標，包含 GRI/CSR/ESG/RE100/TCFD/CDP/SBTi/AA1000/SDGs/SASB/DJSI/ ISO14064-1/ISO14067/ISAE3000/GHG Protocol/PACT/ISO14068 等
基準級別	5

完整的淨零碳規劃管理師職能基準，
可自右方 QRcode 下載：



考試科目與評鑑內容

科目	評鑑主題	評鑑內容
科目一： 節能減碳 技術實務	組織節能減碳策略	減碳/節能目標設定與路徑規劃
		碳排熱區辨識與能源盤查資料解析
		財務決策模型與風險評估
	節能技術應用與能源管理	公用設施節能技術選用分析
		節能技術投資效益與回收期評估
		ESCO 應用實務
		ISO 50001 能源管理系統導入與運用
		節能相關前瞻技術（如氫能、儲能系統、智慧能源等）
	再生能源與綠電導入	再生能源種類及優缺點比較
		國內再生能源導入及效益評估
		綠電採購模式與制度（如 T-REC、CPPA、自發自用等）
	科目二： 碳管理制度 實務	碳規範實務與揭露準則應用
國際揭露制度架構理解與實務應用（如 IFRS、GRI、SASB 等）		
減碳相關倡議與準則實務接軌（如 SBTi、TCFD、TNFD 等）		
組織自願減量實務		國內外自願減量專案與抵換制度
		碳移除與負碳技術（如碳匯、CCUS 等）
		碳抵換與碳資源交易
		內部碳定價與碳資產管理
永續供應鏈管理		範疇三碳排數據盤查與估算實務
		供應鏈減碳風險評估與管理機制

第一章 組織節能減碳策略



重點概要說明

在能源價格波動、碳定價機制逐步成形及監管要求日益明確的情境下，能源使用與溫室氣體排放已由營運成本問題，轉化為影響企業風險管理與長期競爭力的關鍵因素。若缺乏整體性的節能減碳策略，企業將難以因應未來國際客戶對供應鏈淨零要求、能源成本上升、法遵壓力增加與市場對低碳營運的期待。

因此，組織節能減碳策略的核心目的，在於使企業能夠「主動管理」能源與碳排放，而非僅被動回應外部要求、符合法規最低限度為原則。透過策略化管理，企業得以降低未來不確定性對財務與營運的衝擊，並將減碳行動納入穩定、可預期的經營決策與財務預算框架中。

組織層級的節能減碳策略，必須建立在制度化與數據化的管理邏輯之上。首先，企業需透過碳盤查與能資源使用分析，掌握自身能源使用結構與碳排放來源，辨識主要耗能與排放熱區。其次，透過明確的目標設定與路徑規劃，將長期減碳方向轉化為具體的年度管理指標與行動方案。

在執行層面上，節能減碳策略須與既有的營運管理、投資決策與績效考核機制整合，並透過組織治理架構與定期檢討機制，確保策略能持續推進與滾動修正。此一過程，使節能減碳不再是零散的技術改善，而是成為可被管理、評估與優化的營運策略。

組織節能減碳策略涵蓋減碳與節能目標設定、碳排與能源熱區辨識、節能與低碳方案規劃，以及財務與風險評估等關鍵構成要素。透過這些工具與方法，企業能建立清楚的減碳路徑，量化每一項行動的效益與成本，並在資源有限的情況下，優先推動具成本效率與可行性的措施。

最終組織節能減碳策略的成果，不僅體現在排放量或用電量的下降，更應反映於企業能否在面對能源轉型與氣候政策變動時，維持營運穩定性與財務韌性，並將減碳行動內化為長期經營的一部分。



重點掃描

1.1 減碳/節能目標設定與路徑規劃

1. 減碳/節能目標設定的方法

在企業減碳與節能管理架構中，目標設定是後續所有規劃與決策的起點。先明確界定企業在特定時間點欲達成的減量狀態，後續的減碳路徑規劃、行動方案設計與資源配置，才能建立在一致且可檢核的基準之上。以下是常用減碳目標設定時採用的步驟與方法：

(1) 第一步：完成碳盤查並建立管理基準

在盤查完成後，企業需明確界定目標所適用的組織邊界與排放範疇，包括納入的公司、廠區與營運活動，以及目標是否涵蓋範疇一、範疇二或範疇三排放。此一界定將直接影響目標的管理難度與執行可行性，也是確保目標在不同年度間具備一致性的關鍵。

除此之外，企業須同步確立**基準年**與**目標年**。基準年與目標年的選定，將直接影響減量幅度的計算方式、年度管理節奏，以及目標在不同年度間的可比較性。

- 基準年：應選擇資料完整、能合理反映企業正常營運狀態的年度，作為所有減碳成效比較的起點。
- 目標年：需結合企業中長期發展規劃與轉型時程，作為衡量減碳成果的時間終點，可以搭配國內外淨零目標，如科學基礎減量目標 SBTi、台灣溫室氣體淨排放量減量目標，可設定短期、長期目標年，如 2030 年、2050 年。

(2) 第二步：選擇適合的目標型態

企業應依據營運特性與管理需求，選擇適合的減碳或節能目標型態，例如排放總量型目標、排放強度型目標，或依產業特性設計的特定減量方式。

- 絕對減量目標：要求企業於目標年度，使溫室氣體排放總量相較基準年實質下降，適用於營運規模相對穩定或需回應總量管制要求的情境。

- 排放強度減量目標：以單位產出、單位營收或其他營運指標為基礎，要求降低單位活動所產生之排放量，適用於仍具成長動能、排放與營運規模高度連動的企業。
- 特定產業或活動型減量目標：依產業特性、製程或關鍵排放活動設定之減量目標，用以補充整體目標架構。

(3) 第三步：決定減量幅度與參考依據

減量幅度的設定，應綜合考量科學基礎情境、國家政策方向與企業自身減碳潛力。企業可參考國際倡議 SBTi、Climate Pledge、參照政府國家發展委員會所制定減碳目標或產業標竿作為外部依據，同時評估現有技術、能源結構與營運模式，確保所設定的幅度在長期執行上具備可行性與穩定性。

(4) 第四步：建立目標計算方法與量化指標

為使目標具備管理價值，企業需將減碳或節能目標轉化為可計算的量化指標，明確定義目標年度所允許的排放量或能源使用上限，並建立年度追蹤與檢核的計算邏輯。

2. 減碳/節能路徑規劃方法

減碳路徑的本質，是一條隨時間推進、逐年下降的排放曲線，用以描述企業自基準年至目標年之間的完整轉型過程。此一路徑並非任意繪製，而須建立在盤查資料、未減碳情境假設與量化計算之上，確保其具備可執行性與可管理性。

路徑規劃的關鍵，在於同時掌握兩條曲線：一為在不採取額外減碳行動下，企業排放隨營運自然成長之「依現況發展趨勢推估情境 (Business-as-Usual, BAU) 排放趨勢」；另一則為依減碳目標回推之「目標允許排放量」。兩者之間的差距，即為企業在各年度必須透過節能或其他措施加以填補的減碳需求。

以下為減碳/節能路徑規劃的步驟與方法：

(1) 第一步：明確化減碳目標作為路徑起點

路徑規劃必須以已確認的減碳目標為前提，包括基準年、目標年、減量幅度、覆蓋範圍與目標型態。此一目標將作為路徑終點的固定條件，確保後續規劃不偏離治理方向。

(2) 第二步：推估 BAU 排放趨勢

企業需在既有技術與管理條件不變的假設下，推估未採取額外減碳措施時的排放成長情境。BAU 推估通常結合產量、營收或用電成長假設，並納入電力排放係數變動、廠區擴建或設備增設等外部因素。對多數製造與科技產業而言，範疇二排放占比高，BAU 推估實務上多以未來用電量成長作為主要判斷基礎。

(3) 第三步：量化目標允許排放量與年度減碳需求

在 BAU 排放趨勢確立後，企業需依減碳目標回推各年度的「目標允許排放量」，形成一條逐年下降的目標曲線。透過比較 BAU 排放與目標允許排放量，即可計算出企業在各年度必須實現的減碳量，作為後續規劃措施的量化基礎。

(4) 第四步：建立減碳工具組合並配置於路徑中

企業需將前述年度減碳需求，對應至具體可執行的減碳工具與管理措施，例如節能改善、能源效率提升、再生能源導入或其他結構性調整。此一階段的重點，不在於單一工具的成效，而在於如何形成可隨時間推進、彼此銜接的工具組合，以確保整體路徑的穩定性。

(5) 第五步：檢核路徑可行性並銜接成本與風險評估

完成初步路徑配置後，企業須進一步評估相關工具在技術成熟度、市場供給穩定性、政策法規影響及成本結構上的可行性，並與未減碳情境下的成本進行比較。此一檢核結果，將作為後續財務決策與投資排序的重要依據。

減碳／節能路徑規劃的目的，在於將減碳目標由靜態承諾，轉化為可隨時間管理、可量化比較、可納入決策的動態管理工具。透過系統性推估 BAU 排放、量化年度減碳需求，並配置對應的減碳措施，企業方能建立一條可執行、可投資、可管理的減碳路徑，作為長期轉型與經營決策的基礎。



範例考題

1. 下列哪一項最能反映「絕對減量目標」的管理特性？
(A)排放可隨產量改變；(B)需搭配營收成長率；(C)不論營運成長，排放量須下降；(D)僅適用於製造業
2. 依照減碳路徑設定的年度需減碳量的正確計算邏輯為？
(A)基準年-目標年；(B) BAU 排放-目標允許排放；(C)總排放-範疇三排放；
(D)用電量 × 電價
3. 某企業已完成減碳目標設定，但在實際路徑規劃時，發現每年需減碳量波動極大。下列哪一個因素最可能是造成此問題的根本原因？
(A)減碳目標設定採用絕對減量法；(B) BAU 情境假設未考量營收成長；(C)減碳目標年設定為 2050 年，難以推估未來情境；(D)目標參考 SBTi 方法學，不符合產業趨勢
4. 企業在設定減碳目標前，最重要的管理前提為何？
(A)選擇可行的減碳技術；(B)完成碳盤查並建立管理基準；(C)評估碳費價格；
(D)先設定減碳百分比
5. 在路徑規劃中，「BAU 排放趨勢」的主要用途為何？
(A)作為減碳目標的替代方案；(B)預測實際未來排放量；(C)作為不減碳情境下的比較基準；(D)用來計算碳費成本
6. 下列哪一種情況，最可能顯示企業的減碳路徑「設定過於寬鬆或容易」？
(A)未採取減碳措施實際排放量略高於允許排放量；(B)未採取減碳措施實際排放量長期低於允許排放量；(C) BAU 排放與允許排放接近；(D)不需要碳權，也能自行調整排放報告抵扣碳費
7. 某企業基準年(2023 年)排放量為 100,000 tCO_{2e}，設定 2030 年減量 30%的絕對減量目標。請問 2030 年的「目標允許排放量」為何？
(A) 70,000 tCO_{2e}；(B) 73,000 tCO_{2e}；(C) 30,000 tCO_{2e}；(D) 130,000 tCO_{2e}

8. 企業在設定減碳目標時，下列哪些原則有助於確保基準年與目標年的管理有效性？<複選題>
- (A)基準年應選擇資料完整且能代表正常營運狀態的年度；(B)基準年應選擇排放量最低的年度，以提高減量成效；(C)目標年需考量企業中長期轉型與投資時程；(D)基準年與目標年的設定會影響年度減碳計算與可比較性
9. 某企業以「營收年成長 5%」作為 BAU 用電推估依據。在下列哪些情況下，此 BAU 假設最可能高估未來排放？<複選題>
- (A)製程自動化提升單位產出效率；(B)電力排碳係數下降；(C)增設新產線屬於高耗能製程；(D)產品組合轉向高附加價值低用電
10. 跨國企業在不同地區用電結構差異大，下列哪些做法有助於提升減碳目標及路徑可管理性？<複選題>
- (A)依各主要營運地區分別建立 BAU 用電成長假設與排放係數；(B)以集團總部總用電量作為 BAU 推估；(C)對高用電占比或高成長地區，個別設定年度允許排放量；(D)將所有地區套用同一電力排放係數，以確保計算一致性

考題解析

1. Ans (C)

絕對減量目標以「排放總量」為管理對象，要求在目標年相較基準年總排放必須下降，不因產量或營收成長而放寬。相對地，「強度目標」才會允許排放總量隨規模成長而上升、但單位排放下降。

2. Ans (B)

年度需減碳量的核心邏輯是把「依現況發展趨勢推估情境（BAU）排放趨勢」與「該年度允許排放量（由目標回推）」相減。兩者差距就是該年度需要用節能、綠電、製程改善等手段去填補的減碳需求。

3. Ans (B)

年度需減碳量「波動極大」多半不是目標型態造成，而是 BAU 情境假設不穩或不完整，導致 BAU 曲線在不同年度起伏，進而讓「BAU - 允許排放」的缺口忽大忽小。最常見原因包括：用電量當成單一變數、未考慮營收、未納入產線擴增時程、未區分不同廠區或產品組合的用電彈性等。

4. Ans (B)

目標設定的管理前提是先有可信的盤查基準（排放來源、能源結構、資料品質與邊界清楚），否則目標缺乏可比較、可追蹤與可檢核的基礎，後續路徑與投資排序也會失去一致的計算起點。

5. Ans (C)

BAU 的定位是「不採取減碳措施時的比較基準」，用來回答：若不採取額外行動，排放/成本會如何演變。路徑管理上，BAU 用於計算減碳缺口、做成本對照與投資合理性評估；它不是目標替代方案，也不是保證會發生的實際排放值。

6. Ans (B)

若在「未採取減碳措施」的情況下，實際排放長期低於允許排放量，代表允許排放曲線設得過高（要求過低），路徑對組織行為的約束力不足，容易造成「看起來達標、但其實沒有推動必要轉型」的管理風險。

7. **Ans (A)**

基準年排放 100,000 tCO₂e，目標年減量 30%（絕對減量）代表目標年允許排放 = $100,000 \times (1 - 0.30) = 70,000$ tCO₂e。

8. **Ans (A)(C)(D)**

基準年需具代表性與資料完整性；目標年需匹配轉型與投資時程；兩者設定會影響年度可比較性與年度減碳量回推。選擇排放最低年度作為基準年，反而可能造成基準失真與後續管理不可持續。

9. **Ans (A)(B)(D)**

若自動化提升效率、電力排碳係數下降、或產品組合轉向高附加價值但低用電，則「營收成長 5% → 用電/排放同幅成長」的假設會偏高估排放；反之增設高耗能製程通常會使 BAU 更高，屬於低估風險而非高估。

10. **Ans (A)(C)**

不同地區電力排放係數與用電結構差異大，分地區建立 BAU 假設與係數能提升可管理性；對高占比或高成長地區個別設定允許排放量，可讓管理重點對準主要驅動來源。以總部總用電推估或強行套用同一排放係數，容易掩蓋差異、削弱治理精準度。

1.2 碳排熱區辨識與能源盤查資料解析

1. 碳排熱區的意義與重要性

碳排熱區（Carbon Hotspot）係指在企業整體溫室氣體排放結構中，排放量占比高、成長趨勢明顯，或對減碳目標達成具有關鍵影響的排放來源、能源使用環節或營運活動。碳排熱區的判定，並非僅以單一年度排放量大小作為依據，而須綜合考量排放集中度、變動性與管理可控性，以辨識對企業排放趨勢具有決定性影響的關鍵節點。

在企業減碳管理中，碳排熱區的意義在於協助組織由全面盤查，進一步轉向重點管理。由於企業排放來源通常分散於不同廠區、設備與營運流程，若未進行熱區辨識，節能與減碳措施容易平均分配，導致資源投入與實際減量成效不成比例。透過界定碳排熱區，企業得以聚焦於對總排放影響最大的環節，提升減碳策略的效率與可預期性。

此外，碳排熱區亦是連結盤查資料與策略決策的關鍵橋梁。唯有清楚掌握哪些排放來源主導了企業的排放結構與成長趨勢，企業才能將減碳目標與路徑具體化，避免策略僅停留於低影響或易執行的措施。碳排熱區的辨識，亦有助於區分屬於營運自然成長所造成的排放增加，與具改善潛力的效率型排放，作為後續節能措施選擇與投資排序的重要依據。

綜合而言，碳排熱區並非單一技術指標，而是一項具管理意義的決策概念。其核心價值，在於協助企業於資源有限之前提下，優先處理對減碳成果最具關鍵影響的排放來源，並作為制定減碳路徑、配置節能工具與進行財務評估的重要依據。

2. 碳排熱區與能源盤查方向

碳排熱區的有效辨識，必須建立在碳盤查與能源盤查兩項機制的相互配合之上。兩者雖同為企業減碳管理的重要基礎，但其管理定位與分析目的並不相同，

且在實務上缺一不可。碳盤查的核心功能，在於量化企業於特定期間內所產生的溫室氣體排放結果，提供減碳目標設定、外部揭露與整體排放管理的依據；能源盤查則著重於能源使用行為與結構分析，協助企業理解排放「如何產生」以及「在哪裡產生」，作為改善行動的決策基礎。

在碳排熱區分析中，能源盤查扮演關鍵角色。企業須由廠房用電與燃料使用結構出發，系統性盤點各項耗能設備與用能行為，釐清不同製程、設備或時段對整體能耗與排放的貢獻程度。透過此一盤點，企業得以確認高耗能來源是否來自關鍵生產設備、輔助系統或管理層面的使用習慣，進而判斷哪些環節具備優先節能減碳改善的潛力。

為提升盤查資料的即時性與精準度，實務上多透過監控與資料採集與監控系統（Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA）與能源管理系統（Energy Management System, EMS）進行支援。SCADA 系統主要負責即時蒐集設備運轉與能源使用數據，協助企業掌握用能狀態與異常情形；EMS 系統則扮演能源中控角色，整合跨設備、跨廠區的用能資訊，提供分析、比較與決策所需的管理視角。兩者的導入，有助於將靜態盤查資料，轉化為可持續追蹤的管理資訊。

在治理層面，碳排熱區與能源盤查應納入持續改善的管理循環中運作。透過「計畫（Plan）－執行（Do）－查核（Check）－行動（Action）」的 PDCA 管理機制，企業得以依盤查結果制定改善計畫，落實節能措施，並定期檢核實際成效，進而依執行結果滾動調整管理策略。此一循環機制，有助於確保碳排熱區分析不僅止於一次性診斷，而能長期支撐企業節能與減碳管理的持續優化。

3. 節能策略制定

(1) 步驟一：將減碳目標及路徑下放至範疇一與範疇二

企業於完成整體減碳目標設定後，應先將減碳目標及路徑具體轉化為範疇一與範疇二的管理要求。此一階段的重點，在於確認能源使用與直接排放在整體減碳責任中的角色，並作為後續節能策略與 KPI 設計的總體約束條件，避免節能行動與整體目標脫鉤。

(2) 步驟二：節能目標研析與能源績效指標設定

在節能策略展開前，企業需先釐清能源績效的衡量方式，以確保節能成果可被量化與比較。能源績效指標的設定，應依管理層級與分析目的進行區分，例如設備層級、製程層級、廠區層級或整體組織層級，並搭配合適的用電或能耗定義。透過明確的指標架構，企業得以避免僅以總用電量判斷績效，而忽略營運變動對能耗的影響。

(3) 步驟三：節能主題分類與管理單元劃分

為提升節能策略的可執行性，企業應依實際營運型態，進行節能主題分類與管理單元劃分。常見作法區分：1.廠區、2.建築物、3.資料中心或特定功能區，並選擇適合的能源績效指標（Energy Performance Indicator, EnPI），以確保節能成效能被正確解讀，並避免僅以總用電量作為績效判斷依據。

A. 廠區—用電密集度（Energy Intensity, EI）

EI 通常以單位產量、單位產值或其他營運輸出作為分母，衡量每單位產出所需的總用電量（含灰電和綠電）。此指標適用於製造型企業，可有效反映製程效率、設備效能與操作管理對能源使用的影響，常作為工廠層級與製程層級節能績效的主要指標。一般企業對內節能管理指標，通常會用 EI 用電密集度，但如對外，一般常用 CI 碳密集度。

B. 建築物—用電密集度（Energy Usage Intensity, EUI）

EUI 以建築物近一年樓地板使用單位面積（如每平方公尺）之年度總用電量（含灰電和綠電）作為衡量基準，適用於辦公大樓、商業設施與非製造用途建築。該指標有助於評估空調、照明與建築設備整體能效，並利於跨建築或跨年度比較。可以參考台灣 EEWB 綠建築、美國 LEED 綠建築、英國 BREEM（建築研究機構環保評估法）、WELL（關注健康與福祉的建築標準）評估系統之認證評分方式進行等級評定。

C. 資料中心或特定功能區— 能源使用效率 (Power Usage Effectiveness, PUE)

PUE 為資料中心專用指標，用以衡量整體設施用電相對於 IT 設備用電的比例。其數值愈接近 1，代表非 IT 用電（如冷卻、電力轉換）占比愈低，能源使用效率愈高。PUE 指標適用於高耗能、全年運轉的資訊基礎設施，已成為資料中心進行能源績效評估與節能管理之核心指標之一。實務上，亦可參考美國 LEED 綠建築認證之相關評分方式，作為能源效率分級與改善成效評定之參考依據。

(4) 步驟四：建立短期與中期節能目標

在完成主題分類與指標設定後，企業應進一步建立短期與中期節能目標。短期目標通常著重於既有設備與操作優化，可由各單位自行依實務條件提出具體作法並承諾執行；中期目標通常多涉及設備汰換、系統改善或流程調整，需結合資本支出規劃與跨部門協調。透過不同時間尺度的目標設計，企業得以平衡即時成效與長期結構性改善，逐步累積整體能源效率與減碳成果。

(5) 步驟五：建立節能減碳委員會之組織架構與推動範疇

為使節能與減碳策略能由規劃階段落實至日常營運，企業須建立明確的治理架構，作為跨部門協調與決策的平台。節能減碳委員會的核心功能，在於整合管理、技術、採購與財務等關鍵部門，確保節能目標、行動方案與資源配置之間具備一致性與可執行性。透過此一組織機制，企業得以將節能措施由零散的專案行動，提升為具制度性、可延續的管理事項，並明確界定各單位在節能推動過程中的角色分工與責任歸屬。

(6) 步驟六：年度節能目標管理與季度檢討機制

節能管理須納入企業既有的管理循環中，方能確保持續改善。企業應將節能目標與能源績效指標納入年度管理架構，並透過定期的季度檢討機制，系統性追蹤各項節能行動的執行進度與實際成效。藉由定期檢視指標變化與偏差原因，透過內部碳定價機制申請碳費補助機制，使外部碳價內部化，爭取更多節能減碳專案投入，及時調整執行策略，避免節能成果與原定目標逐步脫節，同時累積管理經驗，作為後續節能路徑修正與新一輪目標設定的重要依據。



範例考題

1. 碳排熱區分析在減碳管理中的主要目的為何？
(A)提高永續報告書內容完整度；(B)將減碳資源平均分配至各單位；(C)取代碳盤查作業；(D)聚焦對總排放影響最大的關鍵環節
2. 企業若未進行碳排熱區辨識，最可能導致下列哪一種情況？
(A)碳盤查數據無法通過查證；(B)節能措施多集中於高影響排放源；(C)資源投入與實際減碳成效不成比例；(D)碳排放量無法下降
3. 在進行建築能效分級管理時，針對「廠區類」建築之分類特徵與認定標準，下列敘述何者最適當？
(A)建築物用電占總用電超過 40%；(B)產線用電占總用電超過 40%；(C)資料中心用電占總用電超過 60%；(D)辦公室面積占總面積超過 60%
4. 企業在進行碳排熱區辨識時，下列哪一種情境下的排放來源最可能被列為「優先熱區」？
(A)排放占比最高，但短期內無可行技術改善；(B)排放占比中等，但改善後可影響多個廠區；(C)排放占比低，但揭露風險較高；(D)排放占比高，且已完成所有可行改善
5. 下列哪一項最能說明為什麼碳排熱區不是固定不變？
(A)熱區只會隨法規改變，與企業營運無關；(B)熱區主要由產品設計決定，與產量無關；(C)只要能源盤查完成一次，就可長期沿用結果；(D)產量、排程、設備效率及採購結構變化都可能影響熱區位置
6. 關於用電密集度 (Energy Intensity, EI) 指標，下列哪一項敘述正確？
(A)分子為總用電量，分母為營收或產值；(B)僅計算外購電力，不含自發自用電力；(C)綠電屬於零排放，因此不需納入計算；(D)通常適用於辦公大樓
7. SCADA 系統在能源管理中的核心功能為何？
(A)彙整年度碳盤查報告進行比較；(B)可以將用電量轉換成碳排放量；(C)設定節能 KPI；(D)即時蒐集設備運轉與用能數據

8. 企業建立節能減碳委員會時，下列哪些設計有助於兼顧治理一致性與各據點的執行彈性？<複選題>
- (A)依成果調整後續目標與資源配置；(B)作為對外揭露用途；(C)將檢討結果回饋至下一輪規劃；(D)視情況調整節能策略方向
9. 企業希望制定具體可執行的減碳策略，下列哪些情境特別需要仰賴能源盤查的結果？<複選題>
- (A)找出用電與燃料的主要熱區；(B)計算範疇三的排放量；(C)判斷哪些設備或系統改善潛力最大；(D)設定減碳行動的優先順序
10. 下列哪些敘述正確描述能源盤查與碳盤查在企業管理上的搭配關係？<複選題>
- (A)做碳盤查即可清楚知道減碳該從哪裡開始；(B)能源盤查可協助解釋碳排結果背後的原因；(C)碳盤查結果可作為對外揭露與目標設定依據；(D)能源盤查可取代碳盤查的法規與揭露需求

IPAS

考題解析

1. **Ans (D)**

碳排熱區分析的核心目的，在於從整體排放結構中辨識「對總排放影響最大的關鍵環節」。

2. **Ans (C)**

若未進行碳排熱區辨識，企業在推動節能與減碳時，往往採取平均分配或憑經驗決策的方式，導致資源投入與實際可達成的減碳成效不成比例，影響整體策略效率。

3. **Ans (B)**

「廠區類」建築的核心特徵在於其能源使用主要來自生產活動。當產線用電占總用電比重高（如超過 40%），即可視為以製程與設備為主要耗能來源的廠區型態，而非以辦公或資料處理為主。

4. **Ans (B)**

碳排熱區的判定除排放占比外，亦須考量其改善後的影響範圍與管理價值。排放占比中等但可透過改善影響多個廠區或系統的排放來源，往往具有更高的策略優先性。

5. **Ans (D)**

碳排熱區並非靜態概念，會隨企業產量變化、排程調整、設備效率提升或能源採購結構改變而移動。因此，熱區分析需定期更新，無法一次判定後長期沿用。

6. **Ans (A)**

EI (Energy Intensity) 通常以「總用電量」作為分子，並以產量、產值或營收等營運輸出作為分母，用以衡量每單位產出所需的能源投入，常用於製造型或廠區層級的能源績效分析。

7. **Ans (D)**

SCADA 系統的核心功能在於即時蒐集設備運轉狀態與用能數據，協助企業掌握用能行為與異常狀況。其本身不負責碳排計算或 KPI 設定，而是提供即時、細緻的原始資料來源。

8. **Ans (A)(C)(D)**

節能減碳委員會的重點在於治理與推動功能。透過依成果調整資源配置、將檢討結果回饋至下一輪規劃，以及視情況修正策略方向，可兼顧整體治理一致性與各單位的執行彈性。僅作為對外揭露用途，並非其核心功能。

9. **Ans (A)(C)(D)**

能源盤查特別有助於辨識用電與燃料熱區、判斷設備或系統的改善潛力，並支援減碳行動的優先排序。相較之下，範疇三排放量的計算主要仰賴供應鏈與活動資料，並非能源盤查的主要功能。

10. **Ans (B)(C)**

碳盤查負責量化「排放結果」，作為對外揭露與目標設定的依據；能源盤查則協助解釋「排放如何產生」，支援策略與行動設計。兩者定位不同、相互補充，能源盤查無法取代碳盤查在法規與揭露上的功能。

IPAS

1.3 財務決策模型與風險評估

1. 減碳策略的財務結構

減碳策略的財務結構，通常建立在「依現況發展趨勢推估情境（Business-as-Usual, BAU）」與「減碳後情境」的對照之上。BAU 情境反映在不採取額外減碳或節能行動下，企業因營運成長、能源價格變動及政策因素所承擔的用電與排放成本；減碳後情境則納入節能改善、能源結構調整與相關投資支出，呈現企業為達成減碳目標所需付出的實質成本與可能節省的费用。兩者之間的差異，構成企業評估減碳策略經濟合理性的基礎。

(1) BAU 用電成本曲線：不採取減碳行動的成本走勢

BAU 用電成本曲線係用以描述企業在不額外投入節能或低碳措施的情境下，未來可能面臨的用電與法遵成本變化。該曲線通常由三項主要因素構成：第一，企業用電量隨營運成長、產能擴張或設備增加而自然上升；第二，電價受能源政策、燃料成本或電力市場結構調整等影響而逐年提高；第三，隨著碳費、碳稅或其他法規要求逐步落實，企業須承擔愈來愈高的合規成本。

(2) 減碳後用電成本結構：採取行動後的新成本組合

相較於 BAU 情境，企業於採取減碳行動後，其用電成本結構將由「單純電費支出」轉變為「多元成本項目組合」。此結構通常包含三大類要素：第一，經由節能改善後所推估的用電量下降；第二，綠電導入所對應的電價或憑證成本；第三，為達成上述改變所需投入的設備投資與後續維運費用。具體而言，節能措施可降低整體用電需求，減緩電價上升所帶來的衝擊；再生能源的導入，則以較穩定的長期電價或合約條件，降低能源成本波動風險。

2. 成本模型與決策工具

減碳方案的財務模型，係以「方案相對於 BAU 情境所產生的成本與效益差異」為分析基礎。模型中通常需納入初期投資成本、年度營運與維運費用、用電

成本變化、綠電或憑證費用，以及法遵成本的降低效益。透過一致的假設條件，企業得以將不同技術路徑或管理措施轉換為可量化的現金流結構。

常用的財務評估指標包含回收年限（Payback Period）、效益成本比（Benefit-Cost Ratio, BCR）、淨現值（Net Present Value, NPV）與內部報酬率（Internal Rate of Return, IRR），近期標竿企業為能使內部認同外部碳價內部化，採用碳費回收年限（Carbon Payback Period, CPP）計算節能方案投資評估模式。回收年限可快速評估方案對資金回收速度的影響；BCR 用於衡量方案整體效益是否大於成本；NPV 與 IRR 則可進一步反映方案在整體投資期間內的財務價值與報酬水準。透過多指標並行分析，可避免單一指標造成決策偏誤。

在完成單一方案的財務分析後，企業仍需進一步回答「每多減一單位碳，所需付出的成本為何」。此一概念即為邊際減量成本（Marginal Abatement Cost, MAC）。邊際減碳成本通常以「每公噸二氧化碳當量的減碳成本」表示，計算方式為方案在整體期間內的淨成本，除以其可達成的累積減碳量。

透過邊際減碳成本的計算，企業得以將不同性質的減碳方案（如節能改善、再生能源導入、製程優化等）放在同一比較基準下，判斷哪些方案在減碳效率上較具成本優勢，哪些方案則屬於高成本但必要的長期投資。

將各項減碳方案依其邊際減碳成本由低至高排序，並結合其可提供的減碳量，即可建立邊際減量成本曲線（Marginal Abatement Cost Curve, MACC）。MACC 不僅是一項分析工具，更是一種策略溝通與決策支援工具。透過 MACC，企業可清楚辨識「低成本、可優先推動」的減碳措施，以及「高成本、需搭配長期規劃或政策誘因」的方案。在資源有限的情況下，MACC 有助於企業依據成本效率規劃減碳路徑組合，使整體減碳目標能在可接受的財務負擔下逐步達成。此外，MACC 亦可作為與管理層、投資人或金融機構溝通減碳投資邏輯的重要視覺化工具。

3. 減碳方案的風險評估

相較於一般營運投資，減碳行動具有「投資週期長、資本投入高、外部不確定性強」的顯著特性。其財務績效不僅取決於企業內部執行能力，更高度受制於

能源價格、碳定價制度、政策方向與市場供給等外部因素。因此，在減碳方案正式納入投資決策前，企業有必要透過系統化的風險評估方法，檢視不同不確定條件下，方案財務結果的穩定性與承受能力。

敏感度分析是一種常用且具實務可行性的風險評估方法，其核心概念在於：於其他條件不變的情況下，測試單一關鍵變數發生變動時，減碳專案的財務結果將受到多大程度的影響。常見的測試變數包括電價成長率、碳費水準、綠電價格、設備投資成本與折現率等。

透過敏感度分析，企業可觀察不同假設下，投資回收年限、淨現值或內部報酬率的變化幅度，進而判斷該方案是否屬於「高風險、高敏感度」或「相對穩健」的投資選項。此類分析不僅有助於提升決策透明度，也能使管理層在面對不確定環境時，對減碳投資的潛在風險具備清楚認知。

最終，減碳方案的風險評估，應與前述的財務模型與 MACC 分析相互整合。唯有同時考量成本效率與風險承受能力，企業才能在長期能源轉型與減碳路徑中，建立具韌性的投資組合。此一過程，亦有助於將減碳行動由單點技術選擇，提升為可因應政策與市場變動的整體經營策略。



範例考題

1. 相較一般設備投資，減碳投資更需要風險評估的核心原因為何？
(A)投資金額較小；(B)易受能源價格與政策影響；(C)投資回收期較短；(D)無法享有碳費減免或面臨潛在碳稅增加
2. 某企業在規劃減碳路徑時，同時評估高資本支出、回收期較長但可提供穩定減碳效益的設備改善方案，以及資本支出較低、可快速產生減碳效果的外購減碳措施。在資本預算有限的情況下，若企業希望兼顧財務穩健與長期減碳目標，下列哪一項較符合財務決策模型的實務應用邏輯？
(A)依各方案的單位減碳成本排序，優先執行單位成本最低的減碳措施；(B)優先選擇可在短期內達成最大減碳量的投資方案；(C)透過財務模型比較不同方案在成本、效益與風險上的時間差異，進行組合配置；(D)暫緩所有投資決策，待未來法規與碳價趨勢更明確後再行評估
3. 同一個節能措施每年可固定節省 10,000 MWh。若電價每年調升 6%，其他條件不變，該措施帶來的「年度節省電費金額」趨勢最接近下列哪一項？
(A)逐年下降；(B)逐年上升；(C)大致不變；(D)先上升後下降
4. 某廠年度用電 100,000 MWh、電價 3 元/kWh。採行節能後用電降 8%，但電價因改用新合約上升到 3.2 元/kWh。只看「年度電費」變化（不含投資/維運），最接近下列何者？
(A)年度電費上升約 560 萬；(B)年度電費下降約 560 萬；(C)年度電費上升約 480 萬；(D)年度電費下降約 480 萬
5. 某減碳專案以公司既定折現率評估後， $NPV = +120$ 萬。下列判斷何者最符合財務意涵？
(A)代表專案比其他替代方案更好；(B)代表專案在既定折現率下可帶來正的財務價值；(C)代表專案回收年限符合公司要求；(D)代表專案風險低、可不作敏感度分析

6. 下列哪一描述最符合對減碳方案進行「敏感度分析」的核心精神？
(A)同時把電價、碳費、投資額一起改動，模擬最壞的風險情境；(B)以專家訪談方式評估風險高低；(C)把所有不確定性用極值處理；(D)在其他條件固定下，觀察某一關鍵假設變動對財務結果的影響
7. 關於邊際減量成本（MAC），下列何者敘述錯誤？
(A) MAC 代表每減一噸 CO₂e 的淨成本；(B) MAC 可用於跨方案成本效率比較；(C) MAC 為負值表示應優先投資；(D) MAC 代表方案總投資金額
8. 若要用邊際減量成本曲線（MACC）支援「減排路徑組合」設計，哪些資訊可以從 MACC 圖上得知？<複選題>
(A)各方案可提供的減排量；(B)各方案的導入時程與可用年度；(C)各方案的每噸減排成本；(D)各方案的優先採用排序
9. 減碳方案的財務模型，通常需納入哪些關鍵要素？<複選題>
(A)節能設備效率提升，節省電費；(B)電價政策或燃料成本；(C)與 BAU 相比的用電成本差異；(D)節能設備的技術效率參數
10. 若一減碳方案 NPV > 0 且 IRR 高於公司資本成本，可合理推論哪些結論？<複選題>
(A)在財務上具投資吸引力；(B)回收年限短；(C)具低風險；(D)在既定假設下，長期創造正值

考題解析

1. **Ans (B)**

減碳投資的財務表現高度依賴外部變數（電價、碳費、政策、綠電市場），且多為長週期投資；因此相較一般設備投資，更需要在決策前進行風險評估以確認財務結果的穩健性。

2. **Ans (C)**

在資本預算有限下，實務上不會只看單一指標（如單位減碳成本或短期減量），而是用財務模型把「成本—效益—時間—風險」拉到同一框架比較，並透過組合配置兼顧短期成果與長期結構性減碳。

3. **Ans (B)**

節省的用電量固定，但電價逐年上升，則每年「省下的電費」會隨電價上升而逐年增加（同樣的 kWh 以更高單價計價）。

4. **Ans (B)**

原年度電費 = $100,000 \text{ MWh} \times 1,000 \text{ kWh/MWh} \times 3 \text{ 元} = 300,000,000 \text{ 元}$ （3 億）。

節能後用電 = $100,000 \times (1 - 0.08) = 92,000 \text{ MWh}$ 。

新年度電費 = $92,000 \times 1,000 \times 3.2 = 294,400,000 \text{ 元}$ （2.944 億）。

差異 = $2.944 \text{ 億} - 3 \text{ 億} = -5,600,000 \text{ 元}$ ，約下降 560 萬。

5. **Ans (B)**

NPV 為正表示在「既定折現率」下，專案的折現後效益大於折現後成本，代表專案能創造正的財務價值；但不直接代表回收年限一定符合要求，也不代表風險低而可免做敏感度分析。

6. **Ans (D)**

敏感度分析的定義是「其他條件固定，改動單一關鍵假設」，觀察 NPV/IRR/回收年限等財務結果的變動幅度，用以判斷專案對特定變數的敏感程度與風險暴露。

7. **Ans (D)**

MAC 的概念是「每減一噸 CO_{2e} 的淨成本（或淨效益）」，不是方案總投資金

額。方案總投資只是計算淨成本的一部分，仍需扣除節省電費、避免碳費等效益並考慮期間與折現。

8. **Ans (A)(C)(D)**

詳解說明：MACC 圖通常以「寬度」表示各方案可提供的減排量，以「高度」表示每噸減排成本，並可依成本由低到高排序以支援優先順序判斷；但 MACC 通常不直接給出方案導入時程或可用年度（需另以路徑/專案排程補充）。

9. **Ans (A)(B)(C)**

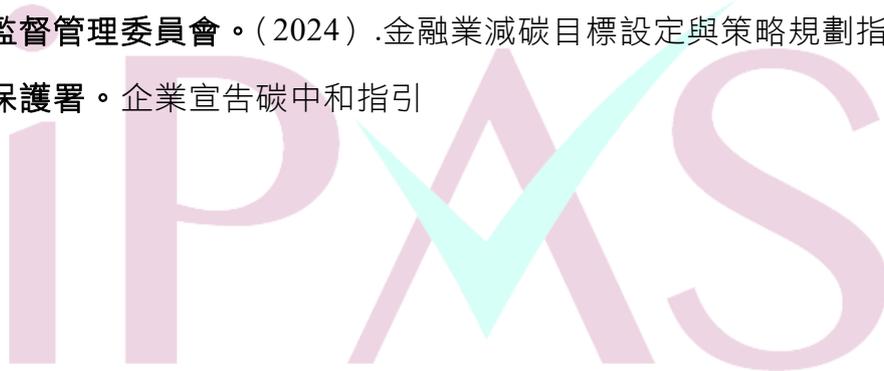
減碳方案財務模型的核心是以 BAU 為比較基準，建立增量現金流：包含節能帶來的電費節省、外部價格/政策影響（電價、燃料、碳費等）、與 BAU 相比的成本差異。

10. **Ans (A)(D)**

NPV > 0 代表在折現後仍創造正值；IRR 高於資本成本代表報酬率超過資金門檻，因此在財務上具吸引力、且在既定假設下長期創造正值。惟這兩者不必然代表回收年限一定短，也不能直接推論風險低。

本章節參考文獻

1. Science Based Targets Initiative. (2024). Standards and guidance.
2. Science Based Targets Initiative. (2023). *Corporate Net-Zero Standard*.
3. Science Based Targets Initiative. (2023). *Science Based Target setting for the maritime transport sector*.
4. 中華民國國家氣候變遷治理機制／行政院國家永續發展委員會。(2022) .淨零排放路徑 112–115 綱要計畫
5. 中華民國國家發展委員會。積極設定減碳新目標（2030/2032/2035）
6. 行政院國家永續發展委員會。2050 淨零排放路徑。
7. 經濟部工業局。(2022) .製造部門 2030 淨零轉型路徑
8. 金融監督管理委員會。(2024) .金融業減碳目標設定與策略規劃指引
9. 環境保護署。企業宣告碳中和指引



第二章 節能技術應用與能源管理



重點概要說明

近年來全球各地極端氣候，如強烈颱風、乾旱、洪水和異常溫度變化等現象正與日俱增，對全球的環境生態與人類經濟活動造成嚴重威脅。面對此一嚴峻挑戰，「2050 淨零轉型」已成為國際共識，而「節約能源」與「提升能源效率」則被公認為邁向淨零排放的首要且最具成本效益之策略。

本主題「節能技術應用與能源管理」旨在協助學員掌握節能減碳的實務核心能力。內容將從企業最常見的公用設施（如空調、空壓、照明等）出發，探討如何依據系統性分析與效益評估原則選用適切的觀念；接著深入解析投資回收期計算與 ESCO 能源技術服務模式，協助學員具備專案財務評估與管理知識。

此外，為確保節能成效的可持續性，本章亦重點介紹 ISO 50001 能源管理系統的導入流程，包含能源績效指標（Energy Performance Indicator, EnPI）與能源基線（Energy Baseline, EnB）的建立方法，並淺談相關前瞻技術。期能透過「技術應用」與「管理制度」的雙軌並行，培養學員具備規劃與執行企業淨零轉型專案之整合性專業職能。



重點掃瞄

2.1 公用設施節能技術選用分析

1. 公用設施之定義與分類

公用設施係指企業或建築物中，用以支撐主要營運活動運作之間接能源設備，雖不直接參與產品製造，但具有長時間運行、覆蓋範圍廣、耗能占比高等特性，是節能潛力可觀的重點區域，例如：加熱、通風與空調系統、照明系統、空壓系統、電力供應系統、蒸汽處理系統等。

視產業別與設備性質而定，公用設施的種類不同，例如在服務業中，比較常見的是冷凍空調、照明與熱水；而在製造業中，冷凍空調系統、照明系統、空壓系統、加熱系統等公用設施則為常見設備。

表 1、公用設施定義與常見系統

類別	定義	舉例
公用設施	支撐主要營運活動或生產之使用設施	服務業：空調系統、照明系統
		工業：空調系統、照明系統、空壓系統、加熱、冷卻系統
製程設施	直接從事生產作業之設施	生產設施：反應槽、混合機、成型機

2. 節能技術選用原則

節能技術的選擇應從整體系統出發，優先檢視現場的系統設計是否合理、設備容量是否匹配、控制策略是否正確，再針對運轉負載變化的特性，來判斷有無達到設計目的，進而選用適合的節能技術對策。

不同場域在導入節能技術時，除了確認節能潛力與投資效益，也必須考量其與既有系統的相容性、長期維運可行性與安全要求。本節旨在提供技術選用時的核心判斷基準，協助使用單位及規劃人員以更有效且可驗證的方式進行節能決策。

(1) 系統性分析原則

應先從整體用能系統著手，建議以圖形化方式繪製能源供應、輸送與使用的流向與系統構成。接著檢視現場的系統需求、設計策略、設備容量、監看指標與控制策略是否相匹配，藉以確認系統是否真正滿足使用需求。透過此流程可找出主要耗能環節與潛在改善空間，避免日後僅針對單機改良，而忽略系統整體性能的提升。

表 2、系統分類與對應設備

系統分類	子系統/設備
空調系統	冰水機、冷卻水塔、水泵、送風設備、管路、控制器等
空壓系統	空壓機、儲氣桶、乾燥機、管路、控制器等
熱水系統	熱泵/鍋爐、儲熱槽、水泵系統、熱交換器、管路、控制器等
蒸汽系統	鍋爐、減壓閥/調節閥、管路、控制器等

(2) 效益與可行性原則

節能技術的選用常以投資報酬率 (Return On Investment, ROI) 作為首要考量，即投入金額可以在幾年內被回收，然而，ROI 不應作為唯一決策依據，企業需同時綜合考量「施工可行性、系統效應與長期維運難易程度」等面向進行整體效益評估。例如，改善熱負載或改善控制策略，可能一併讓後端沒有被汰換的設備負載下降，進而產生系統複利，使整體節能效益被放大；抑或是考量不同建築規模或類別（如辦公、醫院、學校、商場、工廠等）在運轉型態、能源需求結構、系統負載特性與維運能力的差異，選用符合未來經營方式的節能技術，以確保節能措施之實質成效與長期可行性。以下整理常見建築類別營運特性與建議方向。

表 3、建築類別適用建議

建築類別	營運特性	建議方向
住宅大樓	上下班和傍晚後至夜間的負載為主 • 住戶多、預算低、維運能力較弱	以管理改善為主，設備汰換為輔，強化公共區域設備之效率，如抽排風、照明、泵浦、電梯與插座用電檢討。
辦公大樓	日間負載為主 負載具時序性與空間分區的差異	宜採整合型節能措施，如高效中央空調系統、儲冰及建築能源管理系統，以兼顧節能與營運的穩定。
百貨/ 購物中心	營業時段長、負載變化大 各區域的用途廣泛多元（販售、餐飲、影城等）	可採分區控制與空調系統優化，輔以照明、電扶梯及冷凍設備節能管理，以提升整體能效。
醫院/ 醫學中心	24 小時運轉 特殊安全衛生需求（手術室、ICU 等）	節能措施應以安全衛生和韌性調適能力被滿足為前提，進行穩定性與冗餘性檢討，重點包括冷凍冷藏、空調、熱回收系統效率提升及監控最佳化。
學校/ 體育場館	時段性運轉（課堂時段） 空間分散、獨立空調為主 體育場館瞬間負載變化大，但平均負載低	利用分區控制、智慧排程及照明優化等措施，以達低投資、短回收之節能成效。體育場館常考量儲冰、預冷、新風、除溼、變風量、變水量。
超市/超商	顧客進出頻繁 設備貨品緊密並陳 長時段或 24 小時營運 冷藏冷凍用電占比高	管理面可著重室內設計如門廊、設備冷熱分離、照明切齊走道、冷藏櫃夜間捲簾等，設備部分則應著重冷凍冷藏系統效率提升，並結合合理照度與空調控制。
製造業工廠	製程導向、連續或三班制 公用系統耗能高	重點聚焦於空調、空壓、蒸汽等公用系統效率改善，或餘熱再利用，以確保節能的同時還能穩定製程。

(3) 相容性原則

節能技術的導入並非「外加一台好設備」就能成功，而是要確保它能與既有環境、系統及設備無縫整合，使整體系統的運作表現優於安裝前。然而，相容性檢討往往是節能技術導入前容易被忽略的關鍵步驟。許多改善措施在計畫書上看似合理，但實際接上既有系統和設備後，可能浮現群控邏輯失衡、管路壓力不穩、介面無法通訊、熱移除量不符需求等問題，不僅讓系統變得更難維護，甚至可能

導致能耗反而上升。因此，在選用技術與設備規格前，必須先通盤檢討能否與現場的設備容量、控制系統、操作流程和維保條件匹配，同時具備未來外掛儀表、系統擴充的彈性。

(4) 基準比較原則

以建立能源績效基準值（Benchmark）作為節能技術選用之判斷依據，是國際上常使用的方法，然而台灣尚無長期大量且公開的基準值統計數據，因此在實務面上，新建築宜以能源模擬為節能技術選用的參考基準，而既有建築應以自身的歷史運轉數據加上現場實測值作為主要比較的基準。基準值的選擇可包括總耗能、逐月或逐季耗能、各空間或產線設備總耗能、單位產品耗能、單位面積年耗電、單位冷凍噸功率等。企業可透過與選定基準值對照，檢視自身與同行業或同氣候帶建築之差異，挑選出後續改善的優先順序和績效檢討指標，藉由循環檢討，形成內部循環式的效能精進機制，更同時提升管理品質、降低技術導入風險，使節能方案在效益、投資與可行性之間達成平衡。

(5) 安全與法規遵循原則

節能技術的導入除追求效率提升與投資效益外，安全與法規遵循為所有改善行動的基礎前提。於規劃階段，應確認技術方案在建築、電氣、消防、職業安全與環境保護等面向皆符合法定要求，並符合場域屬性之使用規範，如涉及高壓氣體、蒸汽、燃燒系統或冷媒設備者，應依相關設置與檢驗規定執行設計與施工，確保設備操作安全及人員防護，在實務面，應於節能改造初期即進行安全性與合規性檢核，包含配電容量、系統冗餘、散熱通風、設備安裝位置與管線配置等。工程實施前宜由具資質之專業人員進行安全評估與圖說審查，以確保施工過程及完工後均符合安全規範。此外，醫院、資料中心、實驗室、工廠等對供電穩定或環境控制要求嚴格之場所，應優先考量不停機施工或分階段切換設計，以避免營運中斷與風險外溢。

在選用技術時，應確認設備及系統符合現行國家標準（CNS）、能源管理法及能源開發及使用評估準則等相關規範之要求，並依據建築技術規則與勞工安全衛

生相關法令檢核。若涉及政府補助或能源績效保證專案，亦應留意契約條件中對安全與法規遵循之責任分工與文件要求。安全與合規不僅是法令義務，更是確保節能投資成果得以長期發揮的必要條件。唯有在安全框架下進行節能改造，方能兼顧可靠運轉、環境永續與管理制度化之目標。

表 4、管制法規一覽表

法規名稱	主管機關	內容摘要	適用層面
能源管理法	經濟部 能源署	規範能源使用設備、能源用戶之管理責任及節能措施實施要求。	節能計畫 用戶能耗管理
能源開發及使用評估準則	經濟部 能源署	針對大型能源用戶（如一定規模以上之電力、石油煉製等開發案），於開發階段進行能源使用說明書之審查，確保能源使用效率。	新設或擴建之大型投資計畫
建築技術規則	內政部 國土管理署	規範建築物外殼耗能（ENVLOAD）、空調、照明及電氣設備之最低節能設計基準。	建築設計與施工
職業安全衛生法	勞動部 職安署	規定機械設備、壓力容器、危險物操作及施工安全要求。	設備操作、施工安全
空氣污染防治法/ 環境影響評估法	環境部	涉及燃燒設備、排氣與噪音控制等相關要求。	污染防制與環境保護
室內空氣品質管理法	環境部	規範公告場所之二氧化碳等污染物濃度，直接影響空調換氣率設定與能耗。	營運管理（IAQ與節能之權衡）

**範例考題**

- 下列何者屬於「公用設施」的範疇？
(A)成型機；(B)混合槽；(C)空壓系統；(D)煉鋼爐
- 節能技術選用原則的核心目的為何？
(A)追求最新技術導入率；(B)建立具邏輯性與可驗證性的技術評估基準；(C)鼓勵企業自由採購設備；(D)強化節能技術之商業推廣成效
- 下列何者最符合「系統性分析原則」的精神？
(A)僅針對單一馬達更換為高效率型；(B)以整體空調系統能流與負載調節進行分析；(C)依據投資回收期決定是否更換設備；(D)僅依設備年限判斷汰換時機
- 依系統性分析原則，空調系統若欲進行節能改善，下列哪項作法最為合適？
(A)僅更換冷卻水塔風機；(B)僅降低室內設定溫度；(C)檢討冰水主機、泵浦、冷卻塔及風機整體運轉效率；(D)關閉部分空調出風口以降低能耗
- 依效益與可行性原則，下列哪一項屬於評估節能技術時應同時考量的要素？
(A)設備外觀設計；(B)維保需求與營運風險；(C)廠商品牌知名度；(D)設備顏色與尺寸
- 技術相容性原則主要關注的重點為何？
(A)降低設備採購成本；(B)確保新技術能與既有系統順利整合；(C)提升品牌能見度；(D)加快施工進度
- 標竿比較原則中提到的「基準值 (Benchmark)」主要用途為何？
(A)作為設備保固條件；(B)建立能效比較基準與改善目標；(C)判斷施工安全標準；(D)評估廠商信譽
- 下列何者為標竿比較的主要目的？
(A)取得政府補助；(B)量化能效差距並確認改善優先順序；(C)減少法規文件編製工作；(D)增加投資金額
- 在安全與法規遵循原則中，下列哪一項屬於規劃階段應注意的檢核事項？
(A)供應商節能標章申請狀況；(B)設備外觀設計與顏色；(C)配電容量與系統冗餘；(D)設備採購流程

10. 關於節能技術選用時的「安全與法規遵循原則」，下列敘述何者最正確？

(A)著重於施工與運轉階段之安全檢核與法規符合性；(B)主要針對製造商的設備登錄責任；(C)適用於新建工程，不適用於既有建築；(D)限消防系統相關設施需檢核

The logo for iPASS is displayed in a light purple color. The letters 'i', 'P', 'A', and 'S' are in a serif font, while the 'P' and 'A' are in a bold, sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the 'A' and 'S'.

考題解析

1. **Ans (C)**

公用設施係指支撐主要營運活動或生產之使用設施，如空壓系統、空調、照明等，並非直接參與製程生產。

2. **Ans (B)**

本章宗旨在於提供節能技術選用的判斷依據，建立可驗證的評估架構，協助使用單位作出合理決策。

3. **Ans (B)**

系統性分析原則強調以整體用能系統為單位進行能源流向分析，避免僅著重單機改良。

4. **Ans (C)**

系統性分析強調以整體系統為單位進行能流檢討，如冰水主機、泵浦、冷卻塔與送風設備皆須整合分析。

5. **Ans (B)**

節能技術評估應兼顧節能效益、投資成本、回收期、維保需求及營運風險。

6. **Ans (B)**

技術相容性原則強調新技術須能與現有設備及操作流程相容，確保穩定運轉與維護便利。

7. **Ans (B)**

基準值用於比較能效表現、評估改善潛力及設定節能目標。

8. **Ans (B)**

標竿比較可藉量化比較辨識高耗能系統、確定改善優先順序，並協助決策。

9. **Ans (C)**

節能改造初期應檢核配電容量、系統冗餘、散熱與通風等安全性項目。

10. **Ans (A)**

此原則強調節能改造過程應兼顧安全性與法規遵循，於設計、施工及運轉階段均應檢核合規性。

2.2 節能技術投資效益與回收期評估

節能技術之投資評估通常以現況診斷、改善方案擬定與效益與回收期計算三項核心工作為基礎，其中現況診斷負責掌握既有系統的能源使用結構並辨識效率瓶頸；改善方案擬定則將診斷結果轉化為可執行的技術措施，並應優先檢討實際負載需求，進行系統最適化設計，再選用最適合的高效率設備取代；效益與回收期計算則提供投資合理性與決策排序的依據。前述三項核心工作環環相扣，形成由問題辨識、技術選擇到財務評估的完整決策流程。

1. 現況診斷

針對新建建築物，由於並無現況數據可供診斷，因此應優先確認符合我國《建築技術規則》及《新建建築物節約能源設計標準》之法規要求，若遇更進一步追求卓越節能績效（High Performance），則可參照美國 ASHRAE Advanced Energy Design Guides（AEDGs）以及 Standard 189 系列指南，依成本考量採取超越法規基準 30%、50%甚至淨零能耗之創新設計策略，而常搭配的工具為能源模擬軟體，如國際知名的 Energy Plus、eQuest、Autodesk 系列產品等，分析當地法規與建築系統設計情境之差異，從而選擇對業主最有利之方案。

針對既有建築物，現況診斷通常為節能效益評估的首要工作，目的在於掌握現有系統之能源使用需求特色、設計理念、設備清單、運轉特性及潛在損耗來源。診斷過程需結合資料蒐集及現場觀察，以全面了解各系統之運作效率與能源流向。

現場除彙整歷年能源單據與運轉紀錄外，必要時可使用量測儀器進行短期量測，如電力品質、溫度、流量、壓力、風速、管路特性、水質等，並且比對負載曲線與控制策略，以掌握即時能耗狀況並辨識潛在的效率偏差與改善機會；若具備建築能源管理系統（Building Energy Management System, BEMS），則可進一步運用其長期數據進行趨勢分析與用能特徵分析，觀察系統負載特性與其他變數的關係，如季節變化、訂單變化等，輔助確認能效基準與潛在節能區域。透過系統化的現況診斷，可進一步建立能源使用基準及能源績效指標（Energy Performance

Indicator, EnPI)，作為後續改善方案擬定與效益評估之依據，協助用能單位明確界定節能潛力與優先改善項目，為技術決策提供科學且可追蹤的基礎。

2. 改善方案擬定

由於新建建築並無具體需要改善之標的，因此以下所呈現的內容以既有建築為主。當完成現況診斷後，依據各主要耗能系統的運轉條件、效率瓶頸與實際能源負載需求，進一步須擬定具備可行性與經濟效益的節能改善策略，此一過程通常涵蓋四類作法，投入成本由低到高分別包括：操作調整、軟體控制、硬體設備更新與系統整合。

表 5、改善作法分類

改善作法	說明	範例
操作調整	既有設備的使用方式與設定優化，使系統在不改變硬體條件下即可降低不必要的耗能。	調整負載分配、環境設定值或開關機邏輯
軟體控制	透過自動化與智慧控制強化系統的需求反應能力，使設備能依不同負載條件動態運行。	導入變頻、群控、時段排程或感測控制等
硬體設備更新	應先檢討系統之實際負載需求與容量，進行最適化設計 (Optimal Sizing)，再選用符合或高於能耗基準之高效率設備取代既有裝置，避免因設計過大造成低效率運轉。	依據實際能耗需求調整，並將設備更新汰換至「一級能效」
系統整合	透過跨系統的能源運用協調，使能量流向得以最佳化，避免個別設備改善後因系統界面不一致而產生新的效率損失。	空調、空壓、冷卻水與熱回收的整體配置

在方案形成過程中，除需確認技術本身的可行性外，亦應評估現場施工動線、設備相容性、營運不中斷需求與後續維護負擔，以避免因改善措施而衍生新的操作風險或管理成本，較大型的節能措施可採分階段或模組化導入，以降低初期投資與營運衝擊。此外，應明確記錄改善方案之假設條件、預估效益、主要參數和計算過程，以利後續交接文件、追蹤效益及檢討績效。

3. 效益與回收期計算

改善方案的形成需同時兼顧技術成熟度、施工限制、維運負擔與投資能力，並可視場域需求採分階段導入，以降低初期投資風險並確保營運不中斷；效益計算時應注意電力與熱能之能量單位不可混用，建議統一採用 SI 單位，以確保符合國際趨勢，以及確保日後實施結果的可比性。以下提供常用公式，但僅適用於「相同條件」下做比較。常見的相同條件包括：外部熱負載（如溫度、濕度、外氣送風量、日射量等）、內部熱負載（如住房率、室內發熱量等）、營運條件（如空調面積、人員工時、設備開稼動率、產品重量、營業額等）。

- 年節約用電量 (kWh/年) = 改善前用電量 (kWh/年) - 改善後用電量 (kWh/年)
- 年節約用能量 (kLOE/年)^{註1} = 改善前用能量 (kLOE/年) - 改善後用能量 (kLOE/年)
- 節電(能)率 (%) = $\frac{\text{年節約用電(能)量}}{\text{改善前用電(能)量}} \times 100\%$
- 年節約金額 (元/年) = 年節約用電(能)量 × 平均電(能)價
- 回收年限 (年) = $\frac{\text{投資成本(元)}}{\text{年節約金額(元/年)}}$

註 1：若改善項目涉及蒸汽、燃油、燃氣或鍋爐系統等非電力設備，則可以油當量計算年節約用能量 (kLOE/年)，並依據該能源之熱值、係數換算油當量 (kLOE) = 能源使用量 × 能源熱值 ÷ 9,000 ÷ 1,000

表 6、熱值、油當量表

能源種類	熱值	熱值單位
外購電力	860	kcal/kWh
柴油	8,629	kcal/L
車用汽油	7,520	kcal/L
自產天然氣	8,710	kcal/m ³
液化石油氣	5,958	kcal/L



範例考題

1. 根據節能技術投資效益評估之架構，下列何者為三項核心工作？
(A)現況診斷、能源稽核、設備採購；(B)現況診斷、改善方案擬定、效益試算；
(C)改善方案擬定、工程施工、效益驗證；(D)現地訪查、效益試算、績效申報
2. 現況診斷的重要目的為何？
(A)掌握能源使用狀況及損耗來源；(B)取得設備製造商能效標示；(C)直接預估
節約金額；(D)安排改善工程施作
3. 短期監測主要用於？
(A)長期負載趨勢分析；(B)即時能耗掌握與效率偏差辨識；(C)評估設備汰換；
(D)推估投資回收年限
4. 下列何者屬於操作調整？
(A)更換高效率冰水主機；(B)導入群控或變頻；(C)調整開關機邏輯；(D)跨系
統熱回收整合
5. 設備更新的核心目的？
(A)改變操作時間；(B)提升設備能效；(C)避免使用 BEMS；(D)減少人力巡檢
6. 系統整合的典型例子為？
(A)調整室內溫度設定值；(B)以自動排程控制照明；(C)更換一級能效設備；
(D)冰水機組、冷卻水塔、水泵之整體配置
7. 大型節能措施通常需採何種方式降低風險？
(A)一次性同時汰換；(B)無需記錄任何參數；(C)分階段導入；(D)先進行回收
期驗證再規劃
8. 下列何者不是效益計算時需注意的事項？
(A)電力與熱能單位不可混用；(B)必要時統一換算成 kWh 或 kLOE；(C)計算
基準須一致；(D)可使用隨機熱值推估
9. 油當量 (kLOE) 計算需依據下列何者？
(A)設備品牌；(B)能源熱值；(C)電價；(D)使用者設定溫度

10. 若改善項目為鍋爐系統，下列敘述何者較正確？

- (A) 僅需計算用電量；
- (B) 必須以燃料熱值換算用能量；
- (C) 不需要考慮油當量；
- (D) 必須統一以 kWh 表示

The logo for iPASS is displayed in a light purple color. The letters 'i', 'P', 'A', and 'S' are in a sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the letter 'A'. The letter 'S' is also in the same font and color.

考題解析

1. **Ans (B)**

評估流程包含現況診斷→改善方案擬定→效益與回收期評估。

2. **Ans (A)**

現況診斷目的為掌握能源使用狀況、運轉特性與潛在損耗來源。

3. **Ans (B)**

短期監測用於量測功率、負載曲線與控制策略，以掌握即時能耗並辨識偏差。

4. **Ans (C)**

操作調整屬於「使用方式與設定優化」，例：開關機邏輯調整。

5. **Ans (B)**

設備更新的核心在於以更高效率或更合適規格的設備替代既有裝置。

6. **Ans (D)**

「系統整合」指的是在同一類系統內，透過整體配置與協同控制達到最佳能效。

7. **Ans (C)**

大型措施宜採分階段導入以降低衝擊。

8. **Ans (D)**

熱值需依能源種類採正確數據，不能任意使用。

9. **Ans (B)**

檔案指出油當量必須依「能源熱值」與係數換算。

10. **Ans (B)**

非電力設備需計算「年節約用能量 (kLOE/年)」並依熱值與係數換算。

2.3 ESCO 應用實務

1970 年代能源危機後，能源價格大幅上升，促使「能源技術服務業（Energy Service Company, ESCO）」應運而生。根據經濟部商業發展署對於 ESCO 的營業項目代碼為 IG03010，定義則是：從事新淨潔能源、節約能源、提升能源使用效率或抑制移轉尖峰用電負載之設備、系統及工程之規劃、可行性研究、設計、安裝、施工、維護、檢測、代操作、相關軟硬體構建及其相關技術服務之行業。ESCO 最大的特色在於《節能績效保證合約》（Energy Savings Performance Contract, ESPC）也就是以經過第三方採用國際方法學所驗證的節能績效，來支付節能改善的費用，讓甲方「有省錢，才付費」，也激勵乙方提升節能績效，是一種確保甲乙雙方雙贏互惠的商業模式。

1. ESCO 模式特色

(1) 節能費用攤還

投資費用以節省的能源費用分期償還。

(2) 節能績效保證

簽訂《節能績效保證合約》（Energy Savings Performance Contract, ESPC）約定績效指標與驗證方法。

(3) 節能績效驗證

依國際節能績效量測與驗證規範（International Performance Measurement and Verification Protocol, IPMVP）進行量測與驗證。

(4) 專案統包工程

除了傳統的能源診斷、設計、施工與維運，也因為引入公正第三方，依據國際方法學 IPMVP，因此得以提升專案還款能力的保證，因此更容易取得綠色融資。

(5) 非資產性擔保

以未來的節能績效作為融資保證。

(6) 國際認可與長期效益

ESCO 專案具可持續節能量與可查驗之保證結果，免除漂綠嫌疑，對於提升公司 ESG 信譽具有極大助益。

2. ESCO 執行流程

(1) 簽訂合作意向書

能源用戶與能源技術服務公司雙方確認合作意願。

(2) 現場能源診斷

進行資料調查、用能調查與潛力分析。

(3) 節能改善措施 (EEMs)

提出具體節能措施與效益預估。

(4) 節能績效量測與驗證計畫 (Measurement & Verification Plan)

建立能源基線與驗證方法。

(5) 簽訂節能績效保證合約 (ESPC)

明確投資金額、節能目標與分潤機制。

(6) 改善前量測與驗證

施工前以儀器量測舊有設備耗能情形，完成改善前能源基線建立。

(7) 施工與監造

依合約內容執行改善工程。

(8) 改善後量測與驗證

施工完成後以儀器量測實際耗能，撰寫 M&V 報告，提交予能源用戶（及 PCM 專案管理業者）審查。

(9) 績效確認與付款

達成約定節能績效後，依節能量分期支付。

3. 節能績效率量測與驗證計畫 (M&V) 方法

ESCO 專案中，節能績效需以可量化數據為依據。依據國際能源效率評估組織 (Efficiency Valuation Organization, EVO) 制定之國際節能績效率量測與驗證規範 (International Performance Measurement and Verification Protocol, IPMVP)，共分 A、B、C、D 四種選項：

表 7、IPMVP 量測與驗證選項

M&V 選項	實施方式	計算模式	成本費用
A、獨立改善項目 (測量關鍵參數)	針對改善的特定設備進行短期或連續量測或是能源用戶的耗能歷史資料，進行節能績效計算。	短期或長期量測與約定數據進行計算	決定於量測點的多寡與設備等級，費用大約占 1~5% 的節能專案成本。
B、獨立改善項目 (測量所有參數)	針對改善的特定設備進行短期或連續量測，獲得設備耗能資訊，進行節能績效計算。	短期或長期量測數據的進行計算	決定於量測點的多寡、系統型態及效益分析方式，一般費用大約占 3~10% 的節能專案成本。
C、全部設備	針對整個節能工程的實施範圍或整體廠房進行量測，進行節能績效計算。	公用儀表數據之分析	決定於待分析參數的數量及複雜度，費用大約占 1~10% 的節能專案成本。
D、校驗模擬	透過模擬計算，獲得全部或部分設備逐時或逐月的耗能量，藉此評估節能績效。	比較不同模型的耗能狀況	決定於分析系統的數量及複雜度，費用大約占 3~10% 的節能專案成本。

4. ESCO 實務應用案例

(1) 飯店 | 高雄某飯店-中央空調與熱水系統節能：

- **成果：**年省約 65 萬度電、減碳約 300 噸 CO₂e、節能率 45%；112 年度以 ESCO 輔導成功申請 500 萬政府補助，並將此納入公司年度 ESG 成果，提升整體企業競爭力。

- **作法：**汰舊換新冰水主機、水泵與低阻抗管路；增設高效率冷卻水塔、空調箱；導入熱泵與智慧溫控，最後結合智慧監控系統，並依照每日報表進行內部排程和行為面管理。

(2) 金屬製造業 | 某工廠-冷卻系統改善：

- **成果：**年省約 50 萬度電、減碳約 256 噸 CO₂e、節能率 45%；每年可節省 125 萬元。
- **作法：**將熱處理冷卻水泵及冷卻油噴射泵改為溫度控制變流量系統，增設變頻器。球化爐溫度控制系統之循環風機，改為溫度控制變風量系統，增設變頻器。酸洗排氣系統之排氣風機改為負壓控制風量，增設變頻器。

The logo for iPaaS features the letters 'iPaaS' in a light purple, sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the 'A' and 'S' characters, indicating a successful or approved process.



範例考題

1. ESCO 最大的特色是什麼？
(A)以政府補助支付投資費用；(B)以節能效益支付投資費用；(C)以企業投資額度決定節能幅度；(D)以客戶預算全額支付改善費用
2. ESCO 模式與傳統節能工程最大不同之一為：
(A)不需進行量測與驗證；(B)節能費用攤還；(C)完全不需要施工；(D)不需簽訂任何合約
3. 《節能績效保證合約》(ESPC) 的主要目的為：
(A)控管設備採購流程；(B)確保節能績效落實；(C)減少施工成本；(D)增加政府補助金額
4. ESCO 量測與驗證 (M&V) 會依循之國際標準為：
(A) ISO9001；(B) ISO50001；(C) IPMVP；(D) LEED 評估標準
5. ESCO 案中「改善前量測與驗證」的目的為何？
(A)建立改善後之能耗基線；(B)估算未來設備維修費用；(C)建立改善前能耗基線；(D)驗收工程品質
6. 國際節能績效量測與驗證規範 (IPMVP) 選項 A 的特色為：
(A)針對全部用電設備進行量測；(B)依模擬進行節能計算；(C)僅量測關鍵參數；(D)必須量測所有參數
7. 國際節能績效量測與驗證規範 (IPMVP) 選項 D 的主要特徵為：
(A)只能用於冰水主機；(B)需要使用模擬模型進行比較；(C)不需要任何實測數據；(D)成本最低
8. 若希望以整體廠房用電量進行節能績效分析，適用之 IPMVP 選項為：
(A)選項 A；(B)選項 B；(C)選項 C；(D)選項 D
9. 以下何者最能代表 ESCO 模式的精神？
(A)前期設備投入由客戶全額負擔；(B)以節能效益分攤或保證機制回收成本；(C)不需進行工程施工；(D)無須提供量測與驗證資料

10. ESCO 模式常被政府推廣的原因之一是：

- (A)不需要任何專業能力即可執行；
- (B)能產生可持續、可查驗之節能成果；
- (C)專案皆由政府全額買單；
- (D)適用於所有場域無需評估

The logo for iPaaS features the letters 'iPaaS' in a light purple, sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the 'A' and 'S' characters, indicating a positive or successful outcome.

考題解析

1. **Ans (B)**

ESCO 最大特色是「有節能才付款」，以節能效益回收投資，而非客戶或政府先行負擔全部費用。

2. **Ans (B)**

ESCO 以節能成果分期償還投資，因此不需客戶一次付清，這是與傳統工程最明顯的差異。

3. **Ans (B)**

ESPC 合約用來明確規範節能目標並保證成果，讓用戶能以契約保障節能效果。

4. **Ans (C)**

它是全球最廣泛使用的 ESCO 計畫標準，專門定義了如何透過量測、數據分析與調整（如氣候或產能修正），來計算出專案的「真實節能量」。

5. **Ans (C)**

在改善前量測耗能，是為建立「能源基線」，方便改善後比較節能量。

6. **Ans (C)**

7. **Ans (B)**

8. **Ans (C)**

9. **Ans (B)**

ESCO 的精神就是「節能＝現金流」，透過分潤或保證機制讓投資回收不需客戶先付大筆費用。

10. **Ans (B)**

ESCO 透過 M&V 提供可證明的節能成效，因此政府願意推廣，可有效提升能源效率與減碳。

2.4 ISO50001 能源管理系統導入與運用

ISO50001 為國際標準化組織 (ISO) 制定之能源管理系統 (Energy Management System, EMS) 標準，其目的在於協助組織以系統化方式管理能源使用，持續提升能源績效 (Energy Performance)。相較於單一節能措施的推動，ISO50001 強調以制度化機制確保能源改善能持續、可追蹤且具可驗證性，並透過「能源盤查」、「重要能源使用 (Significant Energy Use, SEU) 辨識」、「能源績效指標 (EnPI)」、「能源基線 (Energy Baseline, EnB)」等核心技術工具，使節能提升從「一次性改善」轉變為「持續改善」。

在企業或組織導入節能措施時，常面臨決策依據不足、改善成果難以驗證、跨部門協作不易、維運程序不一致等問題；ISO50001 提供了可操作的管理框架，使能源管理能從制度、流程、組織、行動、審查等面向逐步落地。本節以「導入實務」為重心，說明組織在導入 ISO50001 時的流程、方法與常見技術工具，協助能源管理人員具備規劃與運用能力。

1. ISO50001 導入流程概述

依據國內常見運作方式，導入 ISO50001 通常可分為六大階段，如下表所示，透過此循環機制，能源管理由「措施執行」正式轉向「制度運作」：

表 8、ISO50001 導入六大階段

階段	說明	主要輸出成果
啟動與組織建立	確立能源管理委員會、指定管理者代表、界定能源管理角色與職責。	組織章程、角色職責、推動計畫
能源盤查	蒐集能源數據、辨識 SEU、分析能源使用模式、找出效率瓶頸。	能源盤查報告、SEU 分析、能源使用模型
設定 EnPI 與 Baseline	根據 SEU 與數據特性建立能源績效指標與能源基線。	EnPI 與 Baseline 設定文件
制定能源改善目標與行動計畫 (EnMP)	依據盤查結果制定改善計畫、KPI、時程、負責人與所需資源。	能源目標與改善行動計畫 (EnMP)

階段	說明	主要輸出成果
執行、監測與文件化	落實改善措施、建立監控機制、定期追蹤及調整。	執行紀錄、監測報告、文件與程序書
內部稽核與管理審查	稽核系統符合性、檢視績效成果、提出修正與改善方向。	稽核報告、管理審查報告

2. 能源盤查方法與重要能源使用（SEU）辨識

能源盤查是 ISO50001 最核心的技術工作，其目的在於系統化掌握能源使用結構、辨識高耗能來源與效率瓶頸，並作為後續目標設定與改善計畫的基礎；能源盤查主要內容為：

(1) 能源使用量數據收集

包含電力、燃油、天然氣、冷熱源等，需彙整至少一年以上之數據。

(2) 設備與系統調查

蒐集各設備規格、負載特性、操作模式與運轉時數。

(3) 負載分析與趨勢判讀

可使用電表、IoT 感測器或 BEMS 系統資料進行趨勢分析。

(4) 辨識重要能源使用（SEU）

其判斷依據包含「能耗占比」、「可控制性」、「效率偏差」、「重要性」等。SEU 的辨識結論將直接影響後續 EnPI、Baseline 與改善計畫，因此務必以可量化方式判定，例如採「加權評分法」或「費用占比分析法」。

表 9、SEU 辨識之評估面向

面向	說明
能耗占比	年能源使用量占比高者優先
效率偏差	設備老化、低效率運轉者
重要性	與主要營運或產品品質高度相關者
可控制性	能透過管理措施調整者（排程、設定值、控制策略等）

3. 能源績效指標 (EnPI) 與能源基線 (EnB) 建立

能源績效指標 (Energy Performance Indicator, EnPI) 與能源基線 (Energy Baseline, EnB) 是 ISO50001 中最具技術性的兩項工具，用於量化能源績效變化、評估改善行動之成果。

(1) EnPI 的建立原則：

EnPI 應根據 SEU 的特性進行設定，如：

- 密集度指標：kWh/噸、kWh/人、kWh/RTh
- 效率指標：冰水主機 COP、空壓系統比功率 (kW/m³/min)
- 營運指標：每坪用電、每營業額用電

EnPI 建立注意事項：

- 指標需與 SEU 有直接關聯
- 計算方式須一致且可追溯
- 指標應避免因產量或外在因素變動而失真
- 儘可能以「可量化資料」建立 (避免主觀評估)

(2) 能源基線 (EnB) 建立方法：

能源基線 (EnB) 是用來比較改善前後能源績效的基準，通常採用過去連續 12 個月或具代表性之期間；常見方法如下：

表 10、EnB 建立方法比較

方法	特性	適用情形
簡單平均法	以歷史能耗平均值作為基準	負載變動小、季節性不明顯
迴歸分析法	以氣溫、產量等變數建立能源模型	建築空調、製造產量變動大者
分段基準法	依營運模式建立多條基線	複合用途建築、營業時間不同區域
多變量模型	複雜設備或連續製程	影響因子多、需精準控制者

4. 能源改善行動計畫 (EEMs) 制定原則

在 SEU、EnPI 與 Baseline 皆完成後，需制定具體的能源改善行動計畫 (Energy Efficiency Measures, EEMs)，內容至少應包括：

(1) 改善目標 (具量化基準)

以可量化數據 (如 kWh、%等) 設定組織欲達成的能源績效水準。

(2) 目標負責單位與人員

明確指派負責達成能源目標的部門與執行人員。

(3) 所需資源 (人力、設備、預算)

列出為達成目標所需投入的必要資源與支持。

(4) 時程與關鍵里程碑

規劃改善措施的執行週期及各階段應完成的具體項目。

(5) 預估節能效益

以可量化方式估算改善後可達成的節能成果。

(6) 監測方法與追蹤指標

定義如何量測、追蹤與評估改善成效的管理方式。

(7) 風險與控制措施

辨識可能阻礙目標達成的風險並提出相應的因應策略。

5. 監測、文件化與持續改善

ISO50001 的核心精神在於強調能源改善必須「可驗證」，因此所有的改善措施都需要具備可追蹤的數據、可查驗的流程以及完整可回溯的文件紀錄。

為確保改善成效的透明性與可靠性，組織在監測方面通常會使用能源管理系統 (如 BEMS 或 EMS 等)、佈建 IoT 感測器以量測電流、流量、溫度與壓力，並搭配週期性的儀表量測與趨勢分析工具，必要時亦會設定警報機制以便即時掌握異常情形。

有效的監測資料應包含主要重要能源使用（SEU）的即時負載資訊、不同時間尺度下的用能趨勢（如逐時、逐日、逐月），並同時納入氣溫、產量或營運時段等外在變數，以便正確解讀能源績效的變化，此外對於運轉過程中可能發生的危險或異常事件也需適當記錄，以作為改善與決策的依據。為了確保能源績效能持續提升，而非僅在導入初期獲得短期改善，ISO50001 亦要求組織定期執行內部稽核（至少每年一次），並透過管理審查檢視能源目標的達成狀況、資源配置是否充分以及潛在風險是否已妥善控管。

整體而言，ISO50001 透過監測、文件化與持續審查的機制，使能源管理成為一項長期而穩定的制度化行為，而非一次性的技術升級。

The logo for iPaaS features the letters 'iPaaS' in a light purple, sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the 'A' and 'S' characters, indicating a positive or successful outcome.



範例考題

1. ISO50001 導入流程中，何者屬於「能源盤查」的主要工作？
(A)撰寫管理審查報告；(B)蒐集能源使用資料與辨識 SEU；(C)編制預算；
(D)設計消防設備
2. SEU 辨識的主要考量因素為何？
(A)設備外觀；(B)能耗占比與效率偏差；(C)廠商品牌；(D)使用壽命
3. EnPI 的設定原則應優先考慮：
(A)指標需與 SEU 有關聯性；(B)指標越多越好；(C)以主觀經驗判定；(D)以顏色分類指標
4. 下列何者最適合作為空壓系統的 EnPI？
(A)每人平均用電 kWh/人；(B)冷卻水溫度 °C；(C)比功率 kW/m³/min；(D)業績金額\$NTD
5. 基準線 (EnB) 建立時，何者最不恰當？
(A)採不具代表性之個別月份；(B)採連續 12 個月歷史數據；(C)建立迴歸模型；
(D)設定多段基準線
6. 能源改善行動計畫 (EEMs) 需包含下列何者？
(A)設備購置合約；(B)量化目標與時程；(C)職員薪資；(D)廠商品牌
7. 在監測機制中，何者屬於標準實務？
(A)使用 BEMS 趨勢資料進行用能判讀；(B)不需蒐集運轉數據；(C)以人工猜測能耗；(D)僅於設備故障時檢查
8. 內部稽核的主要目的為何？
(A)判斷員工績效；(B)檢查能源管理系統之符合性；(C)汰換設備；(D)制定工安規範
9. SEU 辨識後之下一個步驟通常為？
(A)撰寫參考文獻；(B)建立 EnPI 與 EnB；(C)製作財務報表；(D)進行消防演練

10. ISO50001 的核心精神之一為：

- (A)以節能效益支付投資成本；
- (B)持續改善能源績效；
- (C)完全不需量測；
- (D)僅適用工廠場域

The logo for iPASS features the word "iPASS" in a light purple, sans-serif font. A large, light green checkmark is superimposed over the "A" and "S" characters, indicating a successful or approved status.

考題解析

1. **Ans (B)**

能源盤查包含能源數據蒐集、趨勢分析與 SEU 辨識。

2. **Ans (B)**

SEU 主要依能耗占比、效率偏差、重要性、可控制性判定。

3. **Ans (A)**

EnPI 必須直接反映 SEU 的能源使用特性。

4. **Ans (C)**

比功率 ($\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$) 是空壓系統常用的能效指標。

5. **Ans (A)**

僅採個別月份無法代表實際負載變化，容易造成偏差。

6. **Ans (B)**

EEMs 至少需包含量化目標、時程、責任單位與資源。

7. **Ans (A)**

BEMS/EMS 趨勢分析是標準監測方法之一。

8. **Ans (B)**

內部稽核用於確認系統運作符合標準要求。

9. **Ans (B)**

SEU 辨識→建立 EnPI/EnB→制定行動計畫。

10. **Ans (B)**

ISO50001 的核心精神為 PDCA 與持續改善能源績效。

2.5 節能相關前瞻技術

隨著淨零轉型的深化，相關前瞻技術的需求也應運而生，目前主要的關注領域在於：基礎材料特性的突破、更大規模的數位基礎建設和系統管理技術。

隨著淨零轉型深化，能源管理已超越單純的設備汰換，邁向跨領域整合的新階段。本節將聚焦於五大關鍵前瞻技術，探討如何從底層材料到頂層數據治理，全面提升能源效率；包括新材料的開發、聯合循環燃氣渦輪機組、AI 即時需量控制、數位孿生與區塊鏈、氫能。透過掌握上述技術，規劃人員將能突破單點改善的限制，為企業建構具備韌性與智慧的次世代能源管理藍圖。

1. 新材料開發：從微觀結構提升巨觀能效

(1) 相變化材料 (Phase Change Materials, PCMs)

發展低成本、安全、無毒、不可燃、易保存、潛熱大等特性之有機（如石蠟衍生物）或無機相變化材料，利用在需要能量輸送過程，或是保溫材料中，進行能量的儲存與釋放，例如建築外殼、高溫設備、低溫物流等，潛力巨大。

(2) 金屬有機框架 (Metal Organic Frameworks, MOFs)

發展高效率且吸附量大的 MOF，加上其超高比表面積與孔隙率，可以應用於諸多能源環保領域，例如新一代除濕與吸附式製冷系統 (Adsorption Cooling)，或是抓取並且置換特定分子如氫氣、汙染物、溫室氣體等，再以極低的能耗，或來自廢熱回收)，驅動這些分子的再生，都是未來非常值得期待的明日之星。

(3) 奈米碳管 (Carbon Nanotubes, CNTs)

該物質特性擁有極高強度、導熱、導電和化學穩定性，是新一代電池、電容、儲氫等效率提升和安全性提升的關鍵材料；而若應用於營建材料如混凝土中，也可增強結構強度並且因為減少使用量，進而降低蘊含碳，或作為高效導熱添加劑應用於熱交換器與儲能設備中，提升系統熱傳導效率。