



香港工業總會
FHKI Federation of
Hong Kong Industries

碳管理實務指南：

實現香港與內地 碳中和及可持續發展目標

專為港資製造企業亞太區生產佈局設計

2025年8月版

目錄

序言.....	3
第一章：引言.....	7
1.1 本指南的目的：提供一份實用且可操作的路線圖	7
1.2 本指南的編纂方法	7
1.3 本指南的目標讀者	8
1.4 如何閱讀本指南.....	8
第二章：碳管理的迷思與關鍵問題.....	10
2.1 甚麼是「碳」或「碳足迹」？	10
2.2 甚麼是「碳管理體系」？	11
2.3 您的努力和成就如何獲得認可：核查	14
2.4 大趨勢：碳合規和碳定價要來了嗎？	16
2.5 相關標準簡介	18
第三章：給高層管理人員的戰略建議.....	22
3.1 碳管理的關鍵：第二章總結	22
3.2 在碳或可持續發展相關決策中的常見偏誤	23
3.3 碳管理戰略的考量標準及案例	24
3.4 採用評級系統的決策過程.....	26
第四章：機構層面的碳監測、報告和核查	28
4.1 建立管理層承諾和組織架構	28
4.2 設定機構邊界	30
4.3 識別溫室氣體排放源.....	32
4.4 收集量化排放所需的數據.....	34
4.5 管理範圍三排放.....	37

4.6	計算碳排放.....	44
4.7	不確定性與重新計算.....	47
4.8	報告和核查.....	50
4.9	持續改進.....	53
第五章：碳減排的戰略與運營.....		57
5.1	運營階段的排放管理和減少：ISO 14001.....	57
5.2	運營階段的能源相關排放管理和減少：ISO 50001.....	60
5.3	供應鏈排放的管理和減少：ISO 20400.....	63
5.4	從源頭管理和減少碳排放：產品碳足跡與產品生態設計.....	66
第六章：中小企路線圖與案例研究.....		70
案例研究一：基準評估與碳管理體系的建立.....		70
案例研究二：透過能源管理和流程優化實現脫碳.....		76
案例研究三：供應鏈脫碳.....		83
第七章：製造業中小企碳管理的輕量級數字化解決方案.....		88
7.1	利用現有工具進行碳管理.....	88
7.2	中小企的實施步驟.....	90
7.3	未來趨勢與升級.....	91
第八章：指南回顧與行動號召.....		92
縮略語列表.....		95
文獻參考.....		97
鳴謝.....		99

序言

在全球產業格局重塑的關鍵時刻，碳管理已從企業選擇題轉變為必答題。亞太地區碳交易市場的崛起，以及國際綠色投融資趨勢，都在深刻改變著製造業的競爭規則。港資製造業憑藉在亞太地區幾十年的產業布局與創新能力，具備在這一轉型浪潮中引領變革的潛力。

香港工業總會（工總）多年來持續推動中小企應對環境挑戰。自 2015 年起，我們每年舉辦「中銀香港企業環保領先大獎」，表彰在可持續發展方面表現卓越的企業，參賽企業數目逐年攀升，反映業界對環保議題的重視日益提高。2021 年，我們成立了「環境、社會及管治委員會」，進一步整合資源，透過專題研討會、工作坊及行業調查，提升會員對碳減排政策及措施的認識。去年，我們透過香港優質標誌局推出「香港 Q-Carbon 認證計劃」及「香港 Q-ESG 認證計劃」，為企業提供專業認證服務，協助中小企建立碳管理及 ESG 管理體系。

港資製造業已構建起以中國內地為核心、輻射東盟的完整產業鏈。在此背景下，香港製造業應將碳管理視為提升國際競爭力的策略機遇。香港作為國際金融與專業服務中心，擁有連接全球資本市場與綠色金融的獨特優勢，能為製造業綠色轉型提供全方位支持。透過金融、科技與製造業的協同創新，香港有潛力成為亞太地區綠色經濟發展的樞紐，推動區域碳中和進程。

我們深知中小企在理解和遵守複雜的碳法規方面常面臨重大挑戰，尤其當面對全球多元市場時。是次推出兩冊《碳管理實務指南》將國際標準、歐盟 CBAM 法規與港資製造企業實際需求相結合，通過將複雜要求分解為清晰可行的步驟，輔以實際案例和行業見解，賦予中小企必要的知識，使其能夠平穩過渡至低碳營運，同時保持效率與競爭力。我們深信，在區域綠色轉型的趨勢下，率先建立科學、系統化的碳管理體系，將能贏得市場先機，鞏固香港製造業在全球價值鏈中的戰略地位。

工總將繼續與業界並肩同行，協助企業迎接綠色轉型挑戰，把握機遇。我們期待透過兩冊《碳管理實務指南》，為香港製造業提供清晰指引，助力企業在碳中和時代持續發展壯大，同時為實現國家碳達峰碳中和目標及全球可持續發展作出積極貢獻。

林世豪

工總主席

2025 年 8 月

當前，隨著氣候變化挑戰加劇，環境、社會及管治（ESG）議題正獲得前所未有的關注。全球各國政府對 ESG 的監管壓力亦大增，尤其是歐盟近年實施「碳邊境調節機制」（CBAM）並徵收碳關稅。作為高度開放的外向型經濟體，港資製造商將不可避免地面臨碳監管挑戰。對中小企而言，碳管理必須成為企業決策與日常營運中不可或缺的一環。

香港工業總會早於 2021 年成立「環境、社會及管治委員會」（ESG 委員會），致力促進工業界參與香港達至 2050 年前碳中和的目標，並透過能力建設、知識交流及培育工業 ESG 人才，助工業界實踐 ESG 管理。為協助業界強化碳管理能力，在工業貿易處工商機構支援基金撥款支持下，我們委托香港大學氣候與碳中和研究中心展開「促進港資製造企業供應鏈的環境、社會和管治合規管理」計劃，包括舉辦亞太區中小企 ESG 峰會、編撰兩本《碳管理實務指南》，以及開發碳管理網上平台，協助企業以實際行動應對日益嚴謹的監管要求。

是次推出兩冊《碳管理實務指南》，專為港資製造業在亞太區內的生產鏈及供應鏈而設，適合決策層、營運部門以及綠色專業人員閱讀，著重可操作性與落地應用，旨在為業界提供「手把手」的實用指引。《碳管理實務指南：實現香港與內地碳中和及可持續發展目標》（《通用碳管理指南》）聚焦企業內部管理，介紹國際標準和體系，細述如何建立及優化碳管理體系、精準掌握碳數據並落實減排行動；《碳管理實務指南：應對歐盟碳邊境調整機制（CBAM）》（《歐盟 CBAM 指南》）則專注解析鋼鐵與鋁兩大 CBAM 涵蓋行業的合規要求及應對做法，涵蓋排放計算、數據收集、報告與核查等核心環節，並輔以案例分析。兩本指南相輔相成，前者著重內部能力建設與長遠轉型，後者提供針對 CBAM 的專項分析與應對策略，為香港製造業在日益嚴格的國際環保要求下構建完善的 ESG 管理體系，提供系統藍圖與行動方案。

儘管國際碳管理趨勢收緊為製造業帶來重大挑戰，但若能及早為相關法規與監管做好準備，將可轉化為競爭優勢。工總期望透過推出兩冊《碳管理實務指南》，提升業界對國際碳規管的關注度，協助企業及早建立完善的碳管理系統，將挑戰化為機遇，並推動更綠色、更具韌性的供應鏈，持續鞏固香港製造業在全球市場的競爭地位。

陳婉嫻

工總常務副主席

「促進港資製造企業供應鏈的環境、社會和管治合規管理」

項目督導委員會主席

周治平

工總常務副主席

工總環境、社會及管治委員會主席

2025 年 8 月

第一章：引言

1.1 本指南的目的：提供一份實用且可操作的路線圖

隨著世界向低碳經濟轉型，碳管理已成為一項關鍵的企業要務。香港製造業企業，特別是構成香港製造業支柱的中小企，必須掌握必要的知識和工具，以應對不斷變化的法規，提升競爭力，並推動可持續增長。本指南旨在為中小企開啓其碳管理旅程提供一份實用且可操作的路線圖，實現以下目標：

- **支持香港製造業企業進行碳管理：**本指南提供可行的洞見和實用的步驟，幫助香港製造業企業建立或加強其碳管理體系，協助測量、監測和減少其碳排放，從而符合全球可持續發展目標，並通過環保運營獲得競爭優勢。
- **加強對現有及未來碳法規的合規能力：**本指南在側重於通用碳管理方略的同時，也為香港製造業企業應對現有及未來潛在法規（如歐盟碳邊境調節機制 (CBAM)）做好準備。我們會介紹精確管理及報告碳排放的策略，確保港資製造業企業有能力準備應對潛在的合規需要。
- **促進碳中和與可持續發展：**透過實踐碳管理和脫碳相關措施，港資製造業企業可以在香港、中國內地乃至更廣泛的亞太地區為實現區域碳中和目標發揮更大作用。這有助於實現如《巴黎協定》等全球氣候承諾，並將香港製造業企業定位為可持續製造領域的領導者。

1.2 本指南的編纂方法

本指南透過全面的方法編纂而成，結合了對全球碳計量和報告標準的文獻綜述，以及對具代表性的港資製造業企業進行了深入訪談和實地考察，以了解他們的

基本能力並識別技術差距，同時透過與其他製造業公司、行業協會和學術界持份者的會議收集意見。

本指南中的案例研究雖使用虛構名稱，但融入了我們訪談中的真實例子，準確反映了港資製造業面對可持續發展倡議的挑戰和機遇。

1.3 本指南的目標讀者

本指南的主要讀者包括：

- **所有製造業領域的香港製造業企業：**

本指南與所有香港製造業企業相關，無論其所在行業目前或即將是否受到碳相關機制的規管。尋求減少碳排放、提升可持續性並為未來法規做準備的製造商會發現本指南極具價值。

- **供應鏈合作夥伴和持份者：**

除製造商外，本指南對於有興趣了解碳排放對製造過程的影響以及其對全球貿易更廣泛影響的供應商、行業協會和持份者也同樣有用。

本指南旨在賦能各層級的香港製造業企業，使其能夠採取積極措施進行碳管理，確保在不斷變化的全球市場中保持競爭力和可持續性。

1.4 如何閱讀本指南

這本綜合性指南的結構旨在通過其各個章節提供可行的見解和詳細的指導。以下是根據不同目標讀者劃分的內容大綱：

	戰略層： 高層管理人員	運營層： 生產、供應鏈、研發、信息技術部門	專業層： 碳/能源/環境、健康與安全/ESG 專家
第二章：碳管理的迷思與關鍵問題： 解釋「碳足跡」、碳管理體系、核查和全球趨勢等核心概念。	建議略讀本章以了解基礎知識。	建議略讀本章以了解基礎知識。	閱讀全部內容，並成為您機構內的倡導者。
第三章：給高層管理人員的戰略建議： 提供關於戰略、決策偏誤和碳管理標準的指導。	閱讀全部內容。本章專為您設計。	建議略讀本章以理解戰略思路。	閱讀全部內容，以了解如何使技術提案與管理層的決策過程保持一致。
第四章：機構層面的碳監測、報告和核查： 基於 ISO 14064-1，為建立機構溫室氣體清單提供分步指引。	建議略讀本章以了解其流程。	生產、供應鏈和信息技術團隊應閱讀本章，因為他們是關鍵的數據提供者和執行者。	閱讀全部內容。這是您的核心技術指南。
第五章：碳減排的戰略與運營： 涵蓋利用 ISO 14001、ISO 50001 和生態設計等框架的實用減排策略。	建議略讀本章以了解可行的減排策略。	閱讀全部內容。本章為您的部門提供了實用策略。	閱讀全部內容，以指導減排策略的實施。
第六章：中小企路線圖與案例研究： 介紹關於建立碳管理體系、能源管理和供應鏈脫碳的實際案例。	建議至少略讀其中一個案例研究。	至少閱讀一個與您領域相關的案例研究，以了解實際應用。	閱讀全部內容，以了解實際應用和挑戰。
第七章：製造業中小企碳管理的輕量級數字化解決方案： 重點介紹使用低成本的數字化工具來簡化碳管理流程。	建議略讀本章以了解低成本方法。	信息技術和供應鏈團隊應閱讀本章，以識別和實施實用的數字化工具。	閱讀本章，以推薦和支持使用這些工具。

第二章：碳管理的迷思與關鍵問題

中小企在開啓其可持續發展征程時，常常對碳管理的一些關鍵問題和迷思感到困惑。

2.1 甚麼是「碳」或「碳足迹」？

「碳」的定義：

在碳和溫室氣體 (GHG) 管理的語境中，「碳」通常指二氧化碳 (CO₂) 排放，以及其他溫室氣體，如甲烷 (CH₄)、一氧化二氮 (N₂O) 和氟化氣體，包括直接排放和間接排放：

- **直接排放**是指由提交報告的機構直接擁有或控制的排放源所產生的排放，例如在現場機械中燃燒燃料所產生的排放。
- **間接排放**則是指因公司的活動而產生，但發生在由另一機構擁有或控制的排放源的排放，包括使用電力和其他輸入能源所產生的排放，以及上游和下游活動所產生的排放。監測這些間接排放至關重要，因為它們佔公司總碳排放的很大部分，是制訂全面減排戰略的關鍵。

注意： 除非另有明確說明，術語「碳」 (Carbon) 和「溫室氣體」 (GHG) 旨在表達相同的概念，可互換使用。

澄清「碳足迹」：

「碳足迹」一詞可能因其不同的解釋而產生誤導。根據語境和目的，它可以代表不同的報告範圍和計算方法。

對應不同的標準或法規，「碳足迹」通常有 4 個量化和報告的層面：

量化和報告層面	常用標準或現行法規（示例）
機構層面： 對整個機構的排放進行量化和報告。	ISO 14064-1, 溫室氣體核算體系 (GHG Protocol)
項目或活動層面： 與特定項目或活動相關的排放。	ISO 14064-2, 溫室氣體核算體系：項目核算標準 (The GHG Protocol for Project Accounting)
產品層面： 產品生命周期內的排放，稱為產品碳足跡 (PCF)。	ISO 14067, 產品生命周期核算與報告標準 (The Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard)
特定法規範圍	歐盟排放交易體系 (EU ETS), 歐盟碳邊境調節機制 (EU CBAM) 等

這些碳足跡定義在監測範圍、特定排放源的量化方法、數據要求等方面各不相同。詳情請參閱第 2.2 節。

- 將歐盟排放交易體系 (ETS) 機制下的一個設施的碳排放，與其競爭對手根據《溫室氣體核算體系》在其 ESG 報告中披露的總碳排放進行比較，會因範圍和方法學的不同而導致誤解。
- 同樣，基於 ISO 14067 計算的產品的「產品碳足跡」，與該產品在 CBAM 下的「特定隱含排放」也存在顯著差異。

提示欄： 我們建議使用具體術語而非泛泛的「碳足跡」，以避免混淆。在使用「碳足跡」一詞時，應僅指基於 ISO 14067 或類似生命周期評估 (LCA) 方法學計算的「產品碳足跡」。

2.2 甚麼是「碳管理體系」？

碳管理體系 (CMS) 是一套幫助公司追蹤和減少其產生的溫室氣體的指導方針和工具。這個定義不難理解；但目前並沒有一套適用於全球與碳管理對應的管理

體系標準，而是根據環境管理體系（如 ISO 14001）管理，並透過專門的碳排放核算標準（如 ISO 14064-1）作量化和報告。

以下是一個簡單的解釋：

- **一個管理排放的系統：** 碳管理體系就像一張路線圖，指導公司如何使用像 **ISO 14064-1**（或《溫室氣體核算體系》）這樣的標準作量化和報告，從而測量、管理和降低其碳排放。這標準提供了既定步驟，例如：
 - 收集關於公司在何處以及排放多少溫室氣體的信息。
 - 計算總排放量。
 - 設定減少這些排放的目標。
- **與管理體系整合：** 由於 **ISO 14064-1** 只是一個量化和報告的標準，碳管理體系通常建立在現有的環境管理體系 (EMS)（如 ISO 14001）和能源管理體系 (EnMS)（如 ISO 50001）之上，並與之緊密整合，確保碳管理成為公司日常運營的一部分。
- **持續改進：** 就像改進業務的任何其他方面一樣，碳管理體系幫助您在碳管理方面不斷進步。您需要：
 - 制訂一個減排計劃。
 - 將該計劃付諸實施。
 - 檢查其是否有效。
 - 如果無效，則調整您的計劃。
- **提前規劃：** 在 ISO 14064-1 的指導下，碳管理體系可以幫助您：
 - 找出公司在哪些環節產生最多的排放。
 - 設定切合實際的減排目標。

- 設計實現這些目標的方法。
- 遵守政府設定的規則或自願性承諾。
- **讓每個人都參與進來：** 這不僅僅是您公司自己的事；它關乎與從員工到供應商和客戶的每一個人合作，共同減少排放。
- **保存記錄：** 您需要妥善保存關於您的排放、您正在採取的措施以及進展情況的記錄。這對於以下方面很重要：
 - 管理您的內部業務。
 - 向投資者或監管機構等其他相關方報告。
 - 接受外部審核員的檢查，以確保您做得正確，並符合像 ISO 14064-1 這樣的標準。
- **核查和認證：** 雖然不是強制性的，但您可以讓外部機構使用 ISO 14064-1 來檢查您的工作，以確保您正確地計算排放，及確認您的減排計劃是否奏效。
- **為何對您的業務有益：**
 - **節約成本：** 通過更有效地使用能源和資源，您可以降低成本。
 - **提升聲譽：** 人們和企業都喜歡與關心環境的公司合作。
 - **保持合規：** 它幫助您遵守規則，並為未來與碳相關的法律或稅收做好準備。
 - **改善供應鏈：** 它鼓勵您的供應商和客戶也減少排放，使整個供應鏈更加綠色。
 - **管理風險：** 它幫助您為氣候變化帶來的變革做好規劃。

簡而言之，一個基於 ISO 14064-1 進行量化和報告（或輔以《溫室氣體核算體系》）並進行更廣泛管理戰略的碳管理體系，是公司管理其碳排放的實用方法。本指南將向中小企展示如何利用這些標準建立或改進其碳管理體系，以獲其益。

2.3 您的努力和成就如何獲得認可：核查

核查是驗證和確認您公司碳管理工作的過程。以下是它們如何運作以及能實現的成果：

- **涉及內容：** 核查是對您公司的溫室氣體排放數據、計算和減排聲明的獨立評估。通常由外部、經認可的核查機構或審核員進行。
- **基於標準：**

核查可以依據以下標準進行：

- **ISO 14064-3：** 該標準為溫室氣體聲明的核查和確認提供了指南。確保機構所做的數據和聲明是準確、完整且與用於量化的標準一致。
- **《溫室氣體核算體系》：** 雖然它本身不是一個核查標準，但許多公司將其與 ISO 14064-3 一同使用，以確保其排放數據符合國際最佳實踐守則。
- **產品碳足跡 (PCF)：** 基於 ISO 14067 的產品碳足跡核查，可以確認與產品生命周期相關的碳排放。
- **環境產品聲明 (EPD)：** EPD 的核查提供了一種標準化的格式來展示產品的環境影響。EPD 可以將 PCF 作為其環境影響類別之一。
- **結果：**

一份核查報告將：

- 確認您提供排放數據的準確性。
- 驗證您的減排聲明。
- 識別任何差異或需要改進的領域。
- 就數據的可靠性提供一定水平的保證（有限保證或合理保證）。

- **成果：**

核查可以幫助實現：

- **可信度：** 透過提供外部驗證，增強您碳管理工作的可信度。
- **法規合規：** 某些法規或自願性項目可能要求進行核查，以確保符合排放報告要求。
- **投資者和持份者的信心：** 經核查的數據對投資者、客戶和其他持份者來說更值得信賴。
- **遵守 ETS 和 CBAM：** 核查對於遵守像歐盟 ETS 這樣的排放交易體系至關重要，因為交易需要準確的數據；對於碳邊境調節機制 (CBAM) 也很關鍵，因為進口商品的碳含量必須經過核查。

總而言之，核查是展示您的碳管理體系或產品環境影響的有效性和完整性的關鍵步驟。通過遵守像 ISO 14064-1、ISO 14067、ISO 14068-1 等公認標準，您的公司不僅能確保符合法規或客戶要求，還能通過展示您對可持續發展的承諾，在市場上獲得競爭優勢。本指南將深入探討中小企如何駕馭這些過程以最大化其效益。

2.4 大趨勢：碳合規和碳定價要來了嗎？

全球碳管理格局正在迅速演變，由幾大趨勢驅動，這些趨勢預示著向強制性碳合規和碳定價機制的轉變：

- **環境意識增強：** 公眾對氣候變化的意識達到了前所未有的高度。消費者、投資者和持份者越來越要求公司採取積極措施減少其碳排放。
- **監管壓力：** 世界各國政府正在加緊努力應對氣候變化：
 - **排放交易體系 (ETS)：** 像歐盟 ETS 和其他體系正在擴展，越來越多的國家和地區採用總量管制與交易制度 (Cap and Trade) 來限制碳排放。
 - **碳稅：** 一些國家正在實施或考慮徵收碳稅，以將碳排放的成本內部化，讓污染者為其環境影響付費。
 - **碳邊境調節機制 (CBAM)：** 歐盟已引入 CBAM，通過對來自氣候政策較寬鬆國家的進口商品徵收碳成本，以防止碳泄漏。此舉不僅鼓勵更多國家考慮實施類似 CBAM 的機制，也促使更多國家建立或擴大其國內的 ETS，以避免 CBAM 帶來的額外成本。
 - **強制性報告：** 像《歐盟電池法規》這樣的法規強制要求公司報告其碳足跡，推動了碳排放的更高透明度。
- **企業行動：**
 - **自願碳市場：** 公司正自願參與碳市場，以抵消其排放並實現可持續發展目標。
 - **科學碳目標倡議 (SBTi)：** 越來越多的公司根據最新的氣候科學研究倡議，承諾設定以科學為本的減碳目標。

- **技術進步：** 在碳捕獲和儲存、可再生能源和能源效率方面的創新，使得公司減少碳足跡較以前更容易及更合乎成本效益。
- **投資者壓力：** 機構投資者在投資決策中越來越多地考慮環境、社會和治理 (ESG) 因素，尤其關注碳風險。這一趨勢正推動公司更積極地管理其碳排放。
- **供應鏈要求：** 大型企業正在對其供應商施加減碳要求，在整個供應鏈中產生連鎖反應，推動中小企遵守碳管理標準。
- **消費者需求：** 具有生態意識的消費者正在根據產品的環境影響選擇產品和服務，這可以影響企業行為，促使其減少碳排放。

這對中小企意味著甚麼：

- **合規：** 中小企可能會面臨越來越多的監管要求，需要報告、管理和減少其碳排放。遵守這些法規將成為繼續經營和進入市場的必要條件。
- **成本影響：** 無論是通過稅收還是交易，碳定價機制都將增加碳密集型活動的成本，激勵中小企減少排放或投資於碳抵消。
- **競爭優勢：** 積極管理其碳足跡的公司可以獲得競爭優勢，吸引具有生態意識的消費者，並獲得專注可持續發展投資者的資金。
- **機遇：** 中小企可以在減碳技術、可再生能源解決方案以及為其他企業提供碳管理服務方面找到新的商機。

碳合規和碳定價不僅僅是新興趨勢，它們正成為商業格局中不可或缺的組成部分。中小企應通過了解其影響、調整其商業策略，從向低碳經濟轉型受益，做好準備應對變化。本指南將為中小企有效應對這些大趨勢提供實用步驟。

2.5 相關標準簡介

對於許多公司特別是中小企而言，管理碳排放似乎是一項艱巨的任務，但有了正確的標準，它就變成了一個結構化且可管理的過程。這些標準透過通用的語言、方法學和框架，有助於量化、報告和減少您的碳排放。透過遵循這些標準，公司可以：

- **提高運營效率：** 像 ISO 9001、ISO 14001 和 ISO 50001 這樣的標準有助於精簡流程、減少浪費和優化能源使用，所有這些都有助於降低碳排放。
- **確保可信度和透明度：** 像 ISO 14064 和《溫室氣體核算體系》這樣的標準提供了一種準確測量和報告排放的方法，確保結果對持份者來說是可核查和可信的。
- **滿足法規要求：** 對於進入歐盟市場的某些行業的公司來說，遵守像歐盟 CBAM 這樣的標準可能是強制性的。
- **設定宏偉目標：** 像 SBTi 這樣的倡議有助於設定基於科學的目標，確保您的減碳努力與全球氣候目標相符。
- **展示環境影響：** 像 ISO 14068-1 這樣的標準允許清晰地展示您機構的碳中和狀態，能吸引具有生態意識的消費者和投資者。

企業基礎的碳相關管理體系：

- **ISO 9001：質量管理體系**
 - **目標：** 通過有效的管理體系，建立一個提高質量和客戶滿意度的框架。
 - **與碳管理的相關性：** 雖然目前版本沒有明確涉及碳，但 ISO 9001 提供了一種管理流程的結構化方法，其中可以包括碳管理實踐。

它鼓勵持續改進，這可以應用於減少碳排放。需要特別注意的是，有消息稱，ISO 9001 可能會在 2026 年進行改版，並將氣候變遷的應對納入到該標準中，要求機構對氣候風險及其影響進行評估。

- **ISO 14001：環境管理體系**

- **目標：** 通過系統化的環境管理方法，專注於提高環境績效。
- **與碳管理的相關性：** ISO 14001 為環境管理體系設定了要求，該體系可以涵蓋碳管理。它促進識別重要的環境因素，包括溫室氣體排放，並推動公司設定和實現環境目標。

- **ISO 50001：能源管理體系**

- **目標：** 提供一個建立必要的體系和流程的框架，以提高能源績效，包括能源效率、使用和消耗。
- **與碳管理的相關性：** 通過更有效地管理能源，公司可以顯著減少其碳排放。ISO 50001 幫助機構建立能源效率政策，識別重要的能源使用，並設定改進目標。

碳量化、報告和合規的基礎標準：

- **ISO 14064-1 和《溫室氣體核算體系》：量化、核查和報告**

- **ISO 14064-1：** 規定了在機構層面量化和報告溫室氣體排放和清除的原則和要求。它為如何向持份者報告溫室氣體排放提供了指導。
- **《溫室氣體核算體系》：** 由世界資源研究所 (WRI) 和世界可持續發展工商理事會 (WBCSD) 開發，這些核算體系為核算和報告溫室氣體排放提供了指引。許多公司使用《溫室氣體核算體系》來補充 ISO 14064-1，因為它為範圍三排放提供了詳細的指引。

- **ISO 14064-2：項目層面的溫室氣體量化和監測**
 - **目標：** 為在項目層面量化、監測和報告溫室氣體減排或清除提供指引。
 - **與碳管理的相關性：** 該標準對於參與碳抵消項目或尋求證明特定倡議減排量的公司至關重要。
- **ISO 14067：產品碳足跡**
 - **目標：** 提供一個量化和展示產品（包括商品和服務）碳足跡的框架。
 - **與碳管理的相關性：** ISO 14067 使公司能够評估其特定產品在整個生命周期（從原材料提取到處置或回收）中的碳影響，結果可供產品設計、供應鏈管理及與消費客戶溝通時展示。
- **PAS 2060 和 ISO 14068：碳中和**
 - **PAS 2060 / ISO 14068：** 證明碳中和的規範，為實現和證明碳中和提供了要求。
 - **與碳管理的相關性：** 這些標準指導機構量化、減少和抵消其碳排放，確保碳中和的聲明是可信和可核查的。
- **排放交易體系（以歐盟 ETS 為例）**
 - **歐盟 ETS：** 全球第一個主要碳市場，它為體系內設施可排放的某些溫室氣體總量設定了上限。公司可獲得或購買排放配額，如果其排放量低於其上限，就可以進行交易。
 - **與碳管理的相關性：** ETS 鼓勵以符合成本效益的方式減少排放，因為它鼓勵企業投資於更潔淨的技術或碳抵消。

- **碳邊境調節機制 (以歐盟 CBAM 為例)**

- **歐盟 CBAM**：政策旨在通過對來自氣候政策較寬鬆國家的進口商品徵收碳成本，防止碳泄漏，確保歐盟產業能在公平環境競爭，並鼓勵全球碳定價。
- **與碳管理的相關性**：CBAM 推動公司考慮其全球供應鏈的碳強度，鼓勵國內外公司減少排放。

- **科學碳目標倡議 (SBTi)**

- **目標**：倡議旨在推動公司根據最新氣候科學研究，設定宏大目標減少溫室氣體排放。
- **與碳管理的相關性**：SBTi 為公司提供了一個框架，使其減排努力與《巴黎協定》的目標保持一致，確保碳管理戰略有科學的基礎，並為全球氣候努力貢獻。

總而言之，這些標準和體系為中小企管理、量化、報告和減少其碳足跡提供了一個穩健的框架。遵守這些標準可以幫助公司實現合規，獲得競爭優勢，並為應對全球氣候變化的努力做出貢獻。本指南將深入探討中小企如何在其運營中有效實施這些標準。

第三章：給高層管理人員的戰略建議

3.1 碳管理的關鍵：第二章總結

為香港製造業企業的碳管理工作導航：

- **標準與合規：** 碳管理涉及遵守各種標準，如 ISO 9001、ISO 14001、ISO 50001、ISO 14064、ISO 14067 等。這些標準為量化、報告和減少排放提供了結構化的方法，確保您的碳管理工作成果具可信度和透明度。
- **核查與可信度：** 核查涉及評估溫室氣體數據的準確性，確認您報告的排放數據是準確、完整且與公認標準（如 ISO 14064-1）一致，證明您的碳管理成果是可信和可靠的。
- **大趨勢：** 在環境意識、ETS 和 CBAM 等法規壓力、全球協議以及投資者和消費者需求的推動下，碳合規和定價機制正在興起。中小企需要預見這些趨勢並為合規做好準備，以維持市場准入和競爭力。

給高層管理人員和各部門的實施建議：

- **管理體系整合：** 將碳管理整合到現有的管理體系中。例如質量管理 (ISO 9001) 可以調整以包含碳指標，確保減碳成為持續改進過程的一部分。
- **跨部門協作：** 碳管理不應是孤立的。讓運營、採購、產品開發和市場營銷等部門參與進來，以確保採用全面的方法。例如，採購部門可以專注採購低碳材料，而市場營銷部門可以有效地傳達您為可持續發展作出的努力。
- **培訓與意識：** 培訓員工並強調碳管理的重要性。使用實際例子來說明他們的日常活動如何影響碳排放，鼓勵他們為減排工作做出貢獻。

- **數據管理：** 建立穩健的數據收集系統，以準確追蹤排放。這可能涉及實施軟件解決方案或與外部顧問合作以確保數據完整性。
- **與持份者互動：** 定期向包括員工、供應商、客戶、投資者和監管機構在內的持份者介紹您的碳管理戰略、進展和成就，以建立信任和可信度。

3.2 在碳或可持續發展相關決策中的常見偏誤

在制訂碳管理戰略時，高層管理人員常常會遇到一些可能扭曲決策的偏誤：

- **短期主義 (Short-termism)：** 注重即時財務回報，而非長期的可持續發展效益。

示例： 一家公司決定不投資於倉庫的節能照明，因為初始投資高，儘管長期來看可以節省能源成本並減少碳排放。

- **過度自信偏誤 (Overconfidence Bias)：** 認為目前的努力已經足夠，或者未來的法規將不如預期的嚴格。

示例： 一個管理團隊認為他們目前的減排努力已經是「行業最佳」，因此忽視了進一步改進的必要性，儘管有證據表明競爭對手正在取得更顯著的進展。

- **確認偏誤 (Confirmation Bias)：** 尋找證實現有信念或戰略的信息，而忽略與之相矛盾的數據。

示例： 一家公司的領導團隊尋找證據支持其「最少資源投入」措施來滿足碳合規要求，而忽略了那些表明政府正在制訂顛覆性政策的情報。

- **風險規避 (Risk Aversion)：** 由於感知到的風險或不確定性，對投資於新技術或新運作模式過於謹慎。

示例： 一家企業因擔心技術的可靠性而決定不投資於太陽能電池板等可再生能源，即使長期效益可以顯著減少其碳足跡和能源成本。

- **群體思維 (Groupthink)：** 遵從管理團隊內部的共識，導致在可持續發展方面做出次優決策。

示例： 在一次管理層會議上，一位高管提出他們所在的行業並未受到碳法規的顯著影響，所有人都迅速表示同意，沒有批判地評估這一說法或探討其他觀點，導致達成的共識可能無法反映法規趨勢的現實。

總結： 為克服這些偏誤並做出明智的決策，高層管理人員必須考慮引入適當的準則，並遵循有規範的決策步驟。

3.3 碳管理戰略的考量標準及案例

內部準則：

- **成本效益分析：**

行業示例（化工產品）： 投資於電氣化生產設備可能初期成本較高，但長期來看可以節省燃料成本，並符合未來的排放法規。

- **運營效率：**

行業示例（鋼鐵）： 採用節能設備可以減少能源消耗，從而降低碳排放和運營成本。

- **企業文化與員工參與：**

在實務中，這些準則並不是個別存在，而是相互交織，綜合構成一個完整的戰略佈局。

以一家中型製造企業為例，該企業正在評估一項重大的資本投資：將升級主生產綫使其更高效、更節能。

內部標準立即發揮作用。財務部門進行**成本效益分析**，權衡高昂的前期成本與預期因能耗減少和維修需求降低而節省的長期成本。與此同時，運營團隊評估其對**運營效率**的影響，他們注意到新生產綫可以在將單位能耗降低 30%的同時，將產量提高 15%。這項決策也觸及**企業文化**；這項投資表明了公司對現代化和可持續發展的承諾，這可以提升員工士氣並吸引新的人

行業示例（電子產品）： 鼓勵重用和回收以減少浪費，可以培養可持續發展的文化和員工的參與感。

外部標準：

- **法規合規與預判：**

行業示例（鋁業）： 預判並為像 ETS 或 CBAM 這樣的碳定價機制做準備，可以減輕財務風險和合規問題。

- **市場需求與消費者偏好：**

行業示例（時尚業）： 採取可持續實踐的品牌可以吸引具有生態意識的消費者，從而可能獲得市場份額。

- **投資者與持份者的期望：**

行業示例（科技業）： 科技公司也有越來越多人期望科技公司報告碳排放，這影響了投資決策並吸引了專注於 ESG 的投資者。

- **創新與競爭優勢：**

行業示例（食品）： 開發和推廣碳智能農業生產模式，不僅可以

才，儘管它也可能需要實施再培訓計劃，而這些都必須納入總體規劃中考量。

然而，決策不能僅僅依據內部指標。管理團隊還必須疊加考慮**外部標準**。他們認識到**法規合規**是一個動態目標；雖然他們目前的運營符合現行標準，但預見到未來五年可能出現更嚴格的排放上限或潛在的碳稅，使得這項投資成為一項審慎的風險規避策略。此外，他們最大的客戶——一些主要的國際品牌——正日益嚴格地審查其供應商的環境績效，作為其自身範圍三排放目標的一部分。這種直接的**市場需求**使得升級成為維繫關鍵業務關係必需的舉措。這一點又因**投資者和持份者的期望**而得到加強，因為該公司正尋求從專注於 ESG 的基金中吸引資本。通過進行這項投資，公司不僅提高了內部效率，還創造了強大的**創新和競爭優勢**，使其能够在一個競爭激烈的全球市場中，將自己定位為一個具有前瞻性的、可持續的合作夥伴。

最終，最具戰略性的舉措是那些能够同時滿足內部和外部標準的舉措。生產綫升級不再僅僅是一項運營或財務決策，它已成為一項戰略要務，將成本節約和效率目標與來自法規、客戶需求和投資者審視的外部壓力結合起來。通過系統地依據這些標準，高層管理人員可以超越簡單的成本分析，做出一個全面的決策，從而長期鞏固公司的財務、運營和市場地位。正是這種

減少排放，還可以將公司定位為可持續食品領域的領導者。

全面的評估過程，將碳管理從一項合規負擔轉變為一個戰略機遇。

3.4 採用評級系統的決策過程

為了有效應對常見的決策偏誤並妥善管理碳排放的複雜問題，建立系統化的決策流程至關重要。這樣的框架能幫助企業擺脫被動應對的局面，轉而主動出擊，實施連貫且具前瞻性的戰略。以下介紹採用評級系統的決策過程，正是為各大建立這種系統而設計的。它確保決策建立在預先設定的標準上，而非憑直覺或受內部關係影響，從而使決策過程更加客觀、透明且經得起推敲。透過系統地評估各個選項，並將其與內部目標和外部壓力相結合，這個流程將宏大的戰略願景轉化為有序且可執行的資源分配和實施路線圖。

分步流程：

1. **評估：** 使用公認標準作機構和 / 或產品層面的碳評估。
2. **定義標準：** 根據公司具體情況、行業和戰略目標，定義內部和外部標準。
3. **識別戰略選項：**
 - 實現碳減排「速贏」的短期行動。
 - 實施系統性變革的中期計劃。
 - 轉向低碳商業模式的長期方法。
4. **評級系統：**
 - **持份者輸入：** 召開調查或研討會收集持份者對每項標準的意見。
 - **專家判斷：** 聘請專家根據技術可行性、影響和成本效益對各項建議舉措評級。
 - **評分：** 根據以下方面為每項舉措評分：

- 可行性 (1-5)
 - 對減排的影響 (1-5)
 - 成本效益比 (1-5)
 - 符合持份者期望 (1-5)
 - 合規性 (1-5)
 - 創新潛力 (1-5)
5. **確定優先次序：** 根據各項建議舉措的總分排序，確保在不同標準之間取得平衡。
 6. **資源分配：** 根據優先排序的舉措分配資源，考慮財務、人力和技術需求。
 7. **監測與報告：** 建立持續監測和開誠報告進展的機制。
 8. **持續改進：** 根據新的數據、技術和法規變化，定期審查和更新戰略。
 9. **與持份者溝通：** 制訂溝通計劃，讓持份者了解您的碳管理戰略、進展和影響。

透過運用這套評級系統的決策過程，中小企能在碳管理方面作出更明智、更平衡和更具前瞻性的決策，有效降低決策偏誤的影響，同時確保所採取的策略既符合企業內部目標，又能滿足外部各方期望。

第四章：機構層面的碳監測、報告和核查

在機構層面監測、報告和核查 (MRV) 碳排放，對企業了解並管理其對環境影響、符合新興法規要求以及滿足持份者期望，至關重要。

本章遵循 ISO 14064-1 的框架和內容，並輔以《溫室氣體核算體系》關於範圍三排放的補充指引，為碳排放計量提供一套系統化的方法。

4.1 建立管理層承諾和組織架構

管理層會議：

- **目的：** 討論碳管理在機構內部的重要性，建立明確的目標，並獲得高層管理人員的承諾。
 - **議程：**
 - 審視當前的環境影響和法規格局。
 - 討論碳管理的好處（例如，節約成本、法規合規、競爭優勢、品牌提升）。
 - 設定碳減排的戰略目標。
 - 承諾領導層將提供資源分配和支持。
- **承諾：** 確保高層管理人員：
 - 理解碳管理的必要性。
 - 承諾將碳管理融入公司的戰略。
 - 同意為碳量化和減排工作分配必要的資源（財務、人力、技術）。

碳管理團隊：

- **團隊組建：**
 - **成員構成：** 團隊成員應來自不同部門，如生產、研發、供應鏈 / 採購、財務、市場營銷以及可持續發展 / ESG / 環境健康安全 (EHS) 部門，以確保採用全面的方法進行碳管理。
 - **角色：**
 - **碳管理協調員：** 監督整個碳管理過程。
 - **數據收集員：** 負責收集和整理排放數據。
 - **報告專員：** 編寫報告並確保碳報告的透明度。
 - **可持續發展倡導者：** 在各自部門內擔任可持續發展的大使。
- **職責：** 明確定義每個團隊成員的職責，以確保在執行碳管理戰略時的問責制和效率。

融入組織架構：

- **政策制訂：**
 - 制訂或修訂公司的環境政策，明確包括碳管理目標，並在適用時遵從 ISO 14001。
 - 將碳管理納入公司更廣泛的可持續發展戰略。
- **溝通策略：**
 - **內部溝通：** 確保所有員工都理解公司對碳管理的承諾。使用內部渠道，如公司通訊、內聯網和會議來傳播信息。
 - **培訓與意識：** 開展培訓課程，教育員工關於碳管理的實踐、他們的角色以及他們如何為實現公司目標做出貢獻。

- **激勵與認可：**

- 設立項目以認可和獎勵對碳減排工作有重大貢獻的部門或個人，從而培養可持續發展的文化。

- **監測與評審：**

- 設立定期評審會議，以評估碳減排目標的進展情況，並據此調整戰略或資源分配。

透過爭取管理層的堅定承諾，並建立專門負責碳管理的組織架構，中小企不僅可以啟動相關工作，更能確保這些工作持續推進並融入企業日常運作。這一基礎步驟對於成功實施碳排放監測、報告和減排活動，至關重要。

4.2 設定機構邊界

設定碳排放的機構邊界主要有兩種方法：**運營控制權**和**財務控制權**。這些方法有助界定哪些排放應被納入公司的碳清單，確保碳量化方法清晰且一致。

運營控制權：

- **定義：** 如果公司有權在某個設施或運營中引入並實施其運營政策，那麼該公司就對相關排放負責。

示例： 一家製造業企業可能擁有並運營其生產線、倉庫和公司車輛，這些運營活動便處於其控制之下。

財務控制權：

- **定義：** 如果公司有財務能力主導某項運營的政策，以期從其活動中獲得經濟利益，那麼該公司就對相關排放負責。

示例： 一家全資擁有一家子公司的公司，將核算該子公司 100%的排放量。

設定機構邊界的步驟：

- 1. 識別運營活動：** 列出所有受公司控制或擁有的運營、設施和活動。
- 2. 選擇合並方法：** 決定採用以下哪種方法：
 - **運營控制權：** 包含公司擁有控制權的所有運營活動產生的排放。
 - **財務控制權：** 包含公司擁有財務控制權的所有運營活動產生的排放。
- 3. 記錄理由：** 為所選的邊界提供理由：
 - **選擇運營控制權的常見理由：** 之所以選擇此方法，是因為它與公司管理其運營的方式一致，確保了所有受公司直接影響的活動所產生的排放都被核算在內。
 - **選擇財務控制權的常見理由：** 之所以選擇此方法，是為了反映公司的財務利益，這對於擁有複雜所有權結構或合資企業的公司尤其有用。

備注： 公司在某一份特定的報告中，可以選擇運營控制權或財務控制權，但不能同時選擇兩者。為保證透明度和一致性，一旦選定一種方法，就應長期繼續使用，除非公司的結構或運營發生重大變化。

通過設定清晰的機構邊界，中小企可以準確地量化其碳排放，確保其碳管理工作全面、透明，並符合如 ISO 14064-1 等標準。這一步是建立基準的基礎，所有碳減排戰略都將針對此基準制訂和衡量。

4.3 識別溫室氣體排放源

量化碳排放需要識別與機構運營相關的所有溫室氣體 (GHG) 排放源，並作分類。

以下是主要的排放範圍：

直接排放 (範圍一排放)：

- **定義：** 來自公司擁有或控制的排放源的直接溫室氣體排放。
- **示例：**
 - **固定燃燒：** 在鍋爐、熔爐或渦輪機中燃燒燃料以供暖、製冷或發電所產生的排放。
 - **移動燃燒：** 來自公司擁有或控制的車輛 (如汽車、卡車、叉車) 的排放。
 - **逸散性排放：** 從設備 (如製冷劑、天然氣或工業氣體) 中泄漏的排放。
 - **過程排放：** 來自公司運營中的化學反應或物理過程的排放 (如水泥生產、化學品製造)。
 - **土地利用、土地利用變化和林業 (LULUCF) 產生的直接排放：** 指土地利用類別或內部變更致碳庫 (含生物量、土壤有機質等) 碳儲量降或排 N_2O ，及關聯 CO_2 排放 (依 20 年周期可選不同量化方式)。

使用輸入能源產生的間接排放 (範圍二排放)：

- **定義：** 因使用外購/輸入的電力、熱力或蒸汽而產生的間接溫室氣體排放
- **示例：**
 - **外購/輸入電力：** 與從電網購買的電力相關的發電排放。
 - **外購/輸入熱力和蒸汽：** 由外部供應商為公司提供熱力或蒸汽所產生的排放。

其他間接排放 (範圍三排放):

- **定義：** 發生在公司價值鏈中的其他間接排放，包括上游和下游活動。
- **類別 (根據《溫室氣體核算體系》):**
 - **採購的商品和服務：** 公司採購的產品和服務在生產過程中產生的排放。
 - **資本貨物：** 與生產資本貨物 (如機械和設備) 相關的排放。
 - **燃料和能源相關活動：** 燃料和能源的開採、生產和運輸等上游活動產生的排放。
 - **上游運輸和分銷：** 採購的產品在運輸和分銷過程中產生的排放。
 - **運營中產生的廢棄物：** 公司運營產生的廢棄物在處置和處理過程中產生的排放。
 - **商務差旅：** 員工因公出差產生的排放。
 - **員工通勤：** 員工上下班通勤產生的排放。
 - **上游租賃資產：** 未包含在範圍一或範圍二內的租賃資產所產生的排放。
 - **下游運輸和分銷：** 售出的產品在運輸和分銷過程中產生的排放。
 - **售出產品的加工：** 第三方加工產品所產生的排放。
 - **售出產品的使用：** 售出產品在使用階段產生的排放。
 - **售出產品的廢棄處置：** 售出產品在處置或回收過程中產生的排放。
 - **下游租賃資產：** 租賃給其他實體的資產所產生的排放。
 - **特許經營：** 未包含在範圍一或範圍二內的特許經營業務所產生的排放。
 - **投資：** 未包含在範圍一或範圍二內的投資所產生的排放。

識別排放源的步驟：

1. **運營審視：** 對公司的所有運營活動進行審視 / 審核，以識別潛在的排放源。
2. **數據收集：** 收集有關燃料使用、能源消耗、差旅、廢棄物產生和產品生命周期的數據。
3. **分類：** 根據控制權和所有權，將每個排放源歸入適當的範圍（範圍一、二或三）。
4. **確定優先次序：** 識別哪些排放源對公司的碳排放影響最大，以便集中精力進行減排。
5. **文件記錄：** 詳細記錄排放源，包括描述、數量和溫室氣體類型。

通過徹底識別和分類溫室氣體排放源，公司可以為其碳清單建立一個全面的基準，這對於制訂有效的碳減排戰略和根據 ISO 14064-1 及《溫室氣體核算體系》等標準開誠報告至關重要。

4.4 收集量化排放所需的數據

準確的數據收集是有效進行碳量化的基石，關鍵步驟如下：

數據來源和收集方法：

範圍一排放（直接排放）：

- **公用事業賬單***：
 - **發電：** 如果製造業企業自行發電（例如，通過柴油發電機），應參照燃料賬單或儀錶讀數來獲取有關活動的燃料消耗數據。
 - **天然氣：** 用於提供熱力或作為原材料的天然氣消耗量，可通過天然氣賬單追蹤。

- **燃料收據***：

- **車輛燃料**：收集由公司車輛或由機器在生產過程中消耗燃料的收據。
- **固定燃燒**：為鍋爐、熔爐等購買燃料的記錄或任何未與燃料賬單關聯的其他記錄。

** 在實務中，企業通常會保存賬單、發票以及現場抄表記錄（包括在綫系統數據）。當各類記錄並存時，應以抄表記錄（即實際使用數據）為準，這是由於賬單或發票可能因結算周期與實際使用時段存在時間差，導致數據出現偏差。此外，可通過交叉核對抄表記錄與賬單 / 發票數據，進一步校驗數據的準確性與一致性。*

- **直接連接**：如果公司與能源供應商有直接管道連接（如天然氣管道），儀錶讀數或合同協議可以提供精確的能源消耗數據。
- **逸散性排放**：
 - **製冷劑**：追蹤冷卻系統或空調裝置中使用製冷劑的購買和處置記錄，以估算逸散性排放。
- **生產過程排放**：
 - **生產流程**：監測和記錄特定流程（如水泥生產、化學反應或金屬冶煉）的排放。

範圍二排放（使用輸入能源產生的間接排放）：

- **外購電力**：
 - **電費賬單**：收集電費賬單，以量化與外購電力相關的排放。
 - **購電協議 (PPA)**：如果公司簽訂了可再生能源的購電協議，可以根據協議提供的能源量計算排放，這通常會導致較低甚至零排放。

- **外購熱力和蒸汽：**

- **合同和發票：** 來自外部熱力或蒸汽供應商的合同或發票數據，對於計算相關排放為必要的。

範圍三排放 (其他間接排放)：

- 請參閱第 4.5 節，該節詳細說明了範圍三排放和數據收集的細節。

數據收集步驟：

1. 明確數據需求： 確定上一步中識別的每個排放源需要哪些數據。

2. 建立數據收集規則：

- **統一單位：** 確保所有數據都以一致的單位收集 (例如，電力用千瓦時 kWh，燃料用升 L)。
- **頻率：** 決定數據收集的頻率 (例如，每月、每季度、每年)。
- **責任：** 將數據收集的責任分配給特定的個人或團隊。

3. 實施數據收集系統：

- **自動化系統：** 使用軟件或工具自動從儀錶、傳感器或公用事業供應商收集數據。
- **手動數據錄入：** 在必要時使用手動數據錄入系統，通過覆核或驗證確保準確性。
- **整合：** 將數據收集整合到現有的業務流程或企業資源規劃 (ERP) 系統中以提高效率。

4. 質量保證：

- **準確性：** 通過抽查或第三方驗證來核實所收集數據的準確性。
- **完整性：** 確保所有相關的排放源都已涵蓋，沒有遺漏重要數據。
- **一致性：** 長期使用一致的方法學，以便進行年度數據的比較。

5. 數據存儲和管理：

- **數據庫：** 將數據存儲在安全、易於進入的數據庫中，方便更新和查詢。
- **數據隱私：** 在處理個人或敏感信息時，確保遵守數據保護法規。

6. 與持份者互動：

- **供應商：** 與供應商互動以收集上游排放數據。
- **員工：** 鼓勵員工為通勤和商務差旅提供準確數據。
- **客戶：** 如適用，收集產品使用數據以估算下游排放。

數據質量和準確性：

- **一手數據與二手數據：** 盡可能使用一手數據（直接測量或收集），因為它通常比二手數據（估算或來自數據庫）更準確。
- **不確定性管理：** 承認並記錄數據收集中潛在的不確定性來源，有助未來改進。

企業遵循這些步驟，可以確保為碳量化收集的數據是全面、準確而且可用，從而有效地管理排放。這些數據將作為計算排放、設定減排目標和開誠報告進展的基礎。

4.5 管理範圍三排放

範圍三排放的分類：

範圍三排放，也稱為價值鏈排放，涵蓋了所有未在範圍二中包含的間接排放。根據《溫室氣體核算體系》，它們被分為 15 個類別：

1. 採購的商品和服務：

- **描述：** 公司採購的產品或服務在生產過程中產生的排放。

- **示例：**一家家具製造商將核算其購買的木材、織物和其他材料在生產過程中產生的排放。

2. 資本貨物：

- **描述：**與生產資本貨物（如機械、車輛和建築物）相關的排放。
- **示例：**製造一條新生產綫或購買一批送貨卡車所產生的排放。

3. 未包含在範圍一或二中的燃料和能源相關活動：

- **描述：**公司購買和使用的、但未在範圍一或二中核算的燃料和能源，其開採、生產和運輸過程中產生的排放。
- **示例：**用於為公司電網供電的煤炭，其開採過程中的上游排放。

4. 上游運輸和分銷：

- **描述：**採購的產品從供應商到公司的運輸和分銷過程中產生的排放。
- **示例：**將原材料運送到工廠的卡車或通過貨運運輸貨物所產生的排放。

5. 運營中產生的廢棄物：

- **描述：**公司運營產生的廢棄物在處置和處理過程中產生的排放。
- **示例：**垃圾填埋場分解或焚燒製造過程中產生的排放。

6. 商務差旅：

- **描述：**員工因公出差產生的排放。
- **示例：**參加會議、大會或現場考察的住宿、航班、火車旅行或租車所產生的排放。

7. 員工通勤：

- **描述：**員工上下班通勤產生的排放。

- **示例：** 員工駕駛私家車或使用公共交通工具上班所產生的排放。

8. 上游租賃資產：

- **描述：** 未包含在範圍一或二中的租賃資產（如租賃的車輛或設備）所產生的排放。
- **示例：** 企業不擁有但控制其運營的租賃辦公空間所產生的排放。

9. 下游運輸和分銷：

- **描述：** 售出的產品從公司到客戶的運輸和分銷過程中產生的排放。
- **示例：** 將公司產品運輸到零售商或最終用戶的送貨卡車或輪船所產生的排放。

10. 售出產品的加工：

- **描述：** 企業售出的中游產品在進一步加工過程中產生的排放。
- **示例：** 一家鋼鐵製造商將核算其客戶將鋼鐵加工成最終產品時產生的排放。

11. 售出產品的使用：

- **描述：** 最終用戶使用產品時產生的排放。
- **示例：** 所銷售車輛使用的汽油的排放。

12. 售出產品的廢棄處置：

- **描述：** 公司售出的產品在處置或回收過程中產生的排放。
- **示例：** 電子產品被棄置在垃圾填埋場或包裝材料回收過程所產生的排放。

13. 下游租賃資產：

- **描述：** 租賃給其他實體的資產所產生的排放。
- **示例：** 企業出租給另一家企業的建築物或設備所產生的排放。

14. 特許經營：

- **描述：** 未包含在範圍一或二中的特許經營業務所產生的排放。
- **示例：** 如果企業是特許授權方，其快餐加盟店運營所產生的排放。

15. 投資：

- **描述：** 未包含在範圍一或二中的投資（如對其他公司的股權投資）所產生的排放。
- **示例：** 有財務利益但沒有運營控制權的被投資公司所產生的排放。

每個類別代表了公司價值鏈中可能產生排放的不同環節，從原材料的開採到售出產品的最終處置。

數據挑戰：

- **複雜性：** 範圍三排放涉及廣泛的活動，使得數據收集複雜且耗時。
- **缺乏直接控制：** 與範圍一和範圍二相比，企業對範圍三排放源的控制力通常較小，這使得採集數據較為困難。
- **數據可用性：** 供應商和客戶可能沒有或不願意分享排放數據，導致清單中存在數據缺口。
- **估算：** 對於某些類別，公司必須依賴行業平均值、替代數據或估算值，可能會導至不確定性。
- **範圍界定：** 確定哪些範圍三排放是「相關的」，可能具有挑戰性。
- **可變性：** 由於供應商實踐、消費者行為或產品生命周期的變化，範圍三活動的排放量可能會隨時間顯著變化。

與供應商和客戶的互動：

- **供應商互動：**
 - **數據請求：** 建立清晰的溝通渠道，向供應商請求排放數據。

- **供應商發展：** 與供應商合作，通過培訓或激勵措施，改善其碳核算實踐。
- **合同協議：** 在供應商合同中包括環境績效條款，以鼓勵減排努力。
- **客戶互動：**
 - **產品信息：** 向客戶提供如何以環保方式使用產品的信息，以減少使用階段的排放。
 - **產品設計：** 在設計產品時考慮其最終處置，盡量減少處置或回收過程中的排放。
 - **市場營銷：** 利用市場營銷推廣可持續性，鼓勵客戶做出更綠色的選擇。
- **供應鏈協作：**
 - **聯合倡議：** 與供應鏈夥伴在可持續發展項目或全行業倡議上合作。
 - **透明度：** 通過分享公司的減排目標和進展來提升透明度，鼓勵他人效仿。
- **內部溝通：**
 - **培訓：** 教育員工了解範圍三排放的重要性，以及他們的行為如何影響這些排放。
 - **激勵措施：** 實施內部計劃，激勵員工在日常活動或差旅中減少排放。
- **外部支持：**
 - **諮詢：** 與碳管理顧問合作或使用行業工具，以幫助量化和管理範圍三排放。

透過對範圍三排放進行分類、應對數據挑戰並與供應鏈互動，中小企可以更好地管理間接排放，為實現更全面的碳減排方法做出貢獻。

範圍三和範圍一、二在數據收集方面的差異和建議：

相較於範圍一和範圍二的碳排放計算，範圍三的核算存在顯著差異與挑戰。範圍一主要聚焦企業自身直接產生的排放，例如工廠燃燒化石燃料產生的二氧化碳；範圍二則側重於企業消耗外購電力、蒸汽等能源產生的間接排放，兩者多圍繞燃料使用數據，依據成熟的排放計算方法即可完成量化。

而範圍三的核算邊界更為寬泛，涵蓋企業價值鏈上下游產生的所有間接排放，包括原材料採購、產品運輸、員工通勤等環節。但由於其涉及主體廣、鏈條長，直接獲取原始活動數據極為困難。**以物流運輸為例**，不僅要統計各環節使用的燃料類型與消耗量，還需對不同運輸方式（公路、鐵路、航空）、不同承運商的排放數據進行複雜分配。在此背景下，收集運輸噸公里數（tkm）及對應排放因子，通過標準化計算模型推導排放量，成為更高效可行的替代方案。

在數據獲取層面，傳統供應鏈管理系統雖能記錄發貨地與收貨地等基礎信息，但缺少運輸里程、貨物重量等關鍵數據，導致無法準確計算運輸環節的碳排放。此外，員工通勤、商務差旅等企業運營相關的間接排放，也因缺乏系統性數據採集機制而難以量化。因此，企業亟需優化現有系統，將範圍三核算所需數據納入日常管理範疇，如通過打卡系統記錄員工通勤方式與距離，結合年通勤天數估算個人交通碳排放；在供應鏈系統中增設運輸里程、重量字段，完善物流環節的排放數據基礎。只有構建覆蓋全價值鏈的精細化數據收集體系，才能有效支撐範圍三的科學核算與管理。

- 物流示例：
 - 您需要追蹤每段運輸路程的燃料類型和消耗量。
 - 您需要在不同運輸模式（公路、鐵路、空運）和各種承運商之間分配排放量。
 - 更有效率的替代方法是收集貨運噸公里數（tkm），並在計算模型中應用標準排放因子來估算總二氧化碳當量。

- 數據系統缺口：
 - 傳統供應鏈平台通常僅記錄發貨 / 收貨地點，缺少運輸距離和貨物重量等關鍵欄位，因此無法準確量化物流排放。
 - 同樣，若無系統化的數據收集機制，員工通勤和商務差旅產生的排放也難以採集。

提升範圍三數據收集的建議

1. 將範圍三相關欄位整合至現有企業系統：

- 在人力資源或考勤系統中，記錄每位員工的通勤方式和距離。將此資訊與年度通勤天數結合，使用已發布的排放係數（如 DEFRA、EPA）估算個人二氧化碳當量。
- 在供應鏈管理系統中，為每筆貨運記錄添加必填欄位，包括運輸距離（公里）和貨物重量（噸）。

2. 採用標準化計算模型：

- 利用收集的噸公里數及特定運輸模式的排放因子（公斤二氧化碳當量/噸公里），利用一致且可審計的方法計算運輸排放。

3. 建立價值鏈全面的數據收集框架：

- 與主要供應商和物流服務商合作，獲取一手活動數據（燃料使用、里程）。
- 利用物聯網遠程信息處理或運輸管理系統（TMS）整合，實現數據饋送自動化。

只有建立精細、端到端的數據收集系統，機構才能可靠地量化和管理範圍三排放，從而實現覆蓋全價值鏈的穩健溫室氣體報告和有針對性的減排措施。

4.6 計算碳排放

數據收集完畢後，下一步是計算每個排放源相關的碳排放。以下是計算排放的結構：

排放計算方法學：

1. **確定活動數據：** 使用收集到的數據來確定產生排放的活動量。這可能包括：
 - 消耗的燃料量（例如，汽油的升數，天然氣的立方米數）；
 - 用電量（千瓦時 kWh）；
 - 公司車輛行駛的距離（公里）；
 - 產生或處置的廢棄物重量；
 - 其他。
2. **選擇排放因子：** 排放因子是代表每單位活動平均釋放的溫室氣體排放量的系數。本節後面部分將提供更多細節。
3. **應用計算公式：**
 - **排放量 = 活動數據 × 排放因子**
 - 例如：
 - **範圍一：** 如果一家公司在其車隊中使用了 1,000 升汽油，而汽油燃燒的排放因子是 2.3 千克二氧化碳當量/升，那麼排放量將是 $1,000 \times 2.3 = 2,300$ 千克二氧化碳當量。
 - **範圍二：** 如果公司從電網消耗了 100,000 千瓦時 (kWh) 的電力，而電網電力的排放因子是 0.5 千克二氧化碳當量/千瓦時，那麼排放量將是 $100,000 \times 0.5 = 50,000$ 千克二氧化碳當量。
4. **考慮溫室氣體類型：** 不同的溫室氣體具有不同的全球變暖潛能值 (GWP)。常見的溫室氣體包括：

- CO₂ (二氧化碳) - GWP 為 1*
- CH₄ (甲烷) - GWP 為 25*
- N₂O (一氧化二氮) - GWP 為 298*
- 氟化氣體 (例如, HFCs, PFCs) - GWP 值各不相同, 通常遠高於 CO₂

使用各自的 GWP 將所有溫室氣體排放量轉換為二氧化碳當量 (CO₂e)。

***注意：**此處提及的 GWP 值基於 IPCC 第四次評估報告 (AR4)，這些值在某些報告標準和協議（如歐盟排放交易體系和歐盟碳邊境調節機制）下被普遍使用。然而，第六次評估報告 (AR6) 的最新數據提供了更新的 GWP 值，反映了對不同溫室氣體氣候影響的最新科學理解。這些更新後的數值可能會有所不同，從而可能影響排放計算中使用的二氧化碳當量。公司應意識到這些變化，並考慮在未來的報告中過渡到使用 AR6 的數值，以確保與最新針對氣候變化影響的科學共識保持一致。

5. 匯總排放量：

- 分別為每個排放源和範圍計算排放量。
- 匯總排放量以得出範圍一、範圍二和範圍三的總排放量。

6. 考慮不確定性：

- 承認並記錄計算過程中潛在的不確定性來源，例如排放因子的可變性或活動數據的不準確性。

排放因子：

尋找排放因子來源：

- **國家清單：** 利用國家環境機構或其他機構獲取特定國家的排放因子。如果國家清單未提供特定排放源的因子，公司可以考慮其他選項。

- **IPCC 指南：** 訪問 IPCC 排放因子數據庫，獲取涵蓋範圍廣泛的全球因子。
- **行業協會：** 參考行業特定數據庫，或世界可持續發展工商理事會 (WBCSD) 或特定行業組協會發表的報告。
- **政府和非政府組織：** 使用《溫室氣體核算體系》等機構的資源，這些組織提供不同行業和活動的因子。
- **公用事業供應商：** 聯繫當地電力和天然氣供應商，獲取特定的排放因子。

選擇正確的排放因子：

- **相關性：** 選擇與您的運營、地理位置以及所使用的特定燃料或能源最相關的因子。
- **具體性：** 選擇盡可能具體的因子（例如，區域性與全國性，或設備中使用的燃料類型）。
- **一致性：** 長期使用來自同一來源或方法學的排放因子，以確保排放報告的可比性。
- **已驗證：** 選擇經過信譽良好的機構或科學機構經過同行評審或驗證的因子。
- **範圍：** 確保因子涵蓋了您運營相關的所有溫室氣體（CO₂、CH₄、N₂O 和 氟化氣體）。
- **法規合規：** 使用符合強制性報告要求或如 ISO 14064-1 等標準的因子。

保持排放因子更新：

- **定期更新：** 每年或根據來源的建議，檢查您使用的來源是否有更新。
- **訂閱：** 訂閱提供排放因子的機構的通訊或更新。
- **科學文獻：** 關注科學出版物中關於排放因子的新研究。
- **數據庫維護：** 如果使用軟件工具，請確保該工具會自動更新排放因子或提供更新通知服務。

- **文件記錄：** 記錄您更改排放因子的時間、原因，包括在適用時從 AR4 過渡到 AR6 數值的過程（如適用）。
- **培訓：** 培訓團隊了解使用當前排放因子的重要性，以及如何正確獲取和應用它們。
- **持份者互動：** 與行業同行合作或加入專為碳核算而設的工作組，以了解最佳實踐和排放因子的更新。

報告和文件記錄：

- 記錄計算過程中使用的方法學、排放因子以及所做的任何假設。這份文件記錄對於透明度和核査至關重要。

通過遵循這種方法學，公司可以準確地量化其碳排放，為設定減排目標、追蹤進展以及根據 ISO 14064-1 等標準報告，提供堅實的基礎。

4.7 不確定性與重新計算

準確的排放報告不僅在於收集數據，還在於理解過程中固有的不確定性，並制訂政策來應對可能影響排放數據可比性的變化。在這裏，我們深入探討評估不確定性的方法，並建立重新計算政策，以確保貴公司的碳管理保持穩健、可信，並符合不斷發展的標準和法規。

本節特別面向負責維護公司碳排放準確性和可靠性的、具有技術 / 工程背景的同事。

評估不確定性：

- **定量方法：**
 - **蒙特卡洛模擬：** 使用蒙特卡洛模擬等統計方法，透過運行具有不同輸入數據的多個情景來量化排放計算中的不確定性。

假設您的公司擁有一支送貨車隊，您正在嘗試計算燃料消耗產生的排放。由於車齡、維護和駕駛條件等因素，車輛的燃油效率各不相同。通過蒙特卡洛模擬，您可以模擬具有不同燃油效率、負載重量等各種情景，以了解可能的排放結果範圍。

- **誤差傳遞：** 使用誤差傳遞公式計算來自單個來源的綜合不確定性，同時考慮測量設備的精度、排放因子和活動數據的可變性。

如果您測量公司產生的廢棄物重量的準確度為 $\pm 3\%$ ，而廢棄物分解的排放因子的不確定性為 $\pm 15\%$ ，那麼誤差傳遞會告訴您，廢棄物的總排放計算可能具有 $\pm 15.3\%$ 的不確定性（綜合誤差）。

- **定性評估：**

- **專家判斷：** 聘請專家評估數據來源和方法學的可靠性，識別潛在具有高不確定性的領域。

例如，您的公司在製造中使用一種特殊的工業氣體，而這種氣體的排放因子並未廣泛公布。專家可能會評估，基於類似氣體，該排放因子存在 20% 的不確定性，這將影響您排放計算的整體不確定性。

- **敏感性分析：** 分析關鍵輸入數據或假設的變化如何影響總體排放結果，以識別關鍵的不確定性。

如果您的製造業企業的排放受到生產綫效率的顯著影響，敏感性分析將顯示，如果將生產效率提高或降低 5%，排放量會變化多少，這有助於確定最顯著的不確定性所在。

- **數據質量指標：**

- **準確性：** 透過與已知基準比較或第三方驗證來評估數據的準確性。

- **完整性：** 評估是否包含了所有相關的排放源，以及是否存在重大的數據缺口。
 - **一致性：** 確保方法學長期一致應用，以便進行有意義的比較。
 - **相關性：** 確定所使用的數據和方法學是否與公司的運營和清單範圍相關。
- **不確定性文件記錄：**
 - 記錄所有不確定性的來源，包括假設、數據缺口和數據源的質量。這份文件記錄有助於理解排放清單的可靠性。

重新計算政策：

- **何時重新計算：**
 - **結構性變化：** 公司結構的重大變化，如合併、收購或讓售，需要重新計算以反映新的機構邊界。
 - **方法學更新：** 如果計算方法學發生變化，例如從 AR4 切換到 AR6 的 GWP 值或採用新的排放因子，重新計算可確保可比性。
 - **重大錯誤：** 如果在原始計算中發現顯著影響基準或報告排放的錯誤或不準確之處。
 - **法規要求：** 遵守要求為保持一致性而進行重新計算的新的或更新的法規或標準。
- **如何重新計算：**
 - **基準年調整：** 調整基準年的排放量，以考慮結構性變化或方法學更新。
 - **強度指標：** 重新計算排放強度指標，以反映生產水平、公司規模或其他正常化因素的變化。

- **文件記錄：** 清楚地記錄重新計算的原因、使用的方法學以及排放因子或數據來源的任何變化。
- **一致性：** 確保重新計算方法在所有相關年份中一致應用，以保持可比性。
- **核查：** 考慮讓獨立的第三方對重新計算的數據進行核查，以確保其可信度。
- **溝通：**
 - 向持份者通報重新計算事宜，解釋其必要性以及它如何影響報告的排放。這種透明度有助於維持對公司碳管理工作的信任。

透過處理不確定性並建立重新計算政策，企業可以確保其碳排放報告準確、長期可比，並符合不斷發展的標準和法規。這有助執行有效的碳管理，使公司能夠追蹤進展、設定現實的目標，並展示對可持續發展的承諾。

4.8 報告和核查

報告原則：

在報告溫室氣體排放時，公司應遵守以下關鍵原則，以確保其碳清單的完整性和實用性：

- **相關性：** 確保報告的排放與公司的運營及其持份者相關，提供能夠影響碳管理決策或行動的信息。
- **完整性：** 在選定的清單邊界內報告所有相關的溫室氣體排放源和活動，避免任何重大遺漏。
- **一致性：** 長期應用一致的方法學、數據收集程序和排放因子，以便進行有意義的比較。如果做出更改，應予以記錄和說明。

- **透明度：** 在溫室氣體清單中清楚地記錄所有假設、方法學、排除項和不確定性，以便持份者能夠理解和評估數據的可靠性。
- **準確性：** 在量化排放時力求高水平的準確性，盡可能減少不確定性，並提供足夠詳細的信息以供外部核查。

核查：

核查是審查和評估您溫室氣體排放數據準確性和完整性的過程。以下是公司如何進行核查的方法：

- **內部核查：**
 - **內部核查：** 進行內部審查或審核，以檢查錯誤、一致性以及對公司碳管理政策的遵守情況。
 - **數據確認：** 使用內部制衡機制，如交叉引用來自不同來源或部門的數據，以確認排放數據的準確性。
- **外部核查：**
 - **第三方核查員：** 聘請獨立的第三方核查員來核查您的溫室氣體清單。他們對您的碳核算實踐提供無偏見的評估。
 - **認可資格：** 選擇獲得如 ISO 14065 等公認標準認可的核查機構，該標準概述了對溫室氣體確認和核查機構的要求。

溫室氣體清單報告：

溫室氣體清單報告的結構和內容應全面、清晰且易於理解：

- **執行摘要：**
 - 提供公司碳排放的概覽、主要發現以及與以往報告相比的任何重大變化。

- **機構邊界：**
 - 定義清單的機構範圍，包括哪些實體被納入或排除。
- **運營邊界：**
 - 概述哪些排放源和活動被包括在內（例如，範圍一、二和相關的範圍三類別）。
- **排放摘要：**
 - 按範圍呈現溫室氣體總排放量，並按排放源或活動細分。如適用，包括隨時間變化的趨勢。
- **計算方法學：**
 - 詳細說明用於數據收集、排放因子選擇和計算的方法，確保透明度。
- **數據質量和不確定性：**
 - 討論數據質量、潛在的不確定性來源以及如何處理這些問題。
- **減排倡議：**
 - 重點介紹公司採取的任何碳減排戰略、項目或倡議。
- **同比變化：**
 - **排放趨勢：** 報告排放的周期性（通常是同比）變化，展示碳管理工作的進展或倒退。
 - **變化解釋：** 重要的是，解釋這些變化發生的原因，無論是由於運營變化、新倡議，還是外部因素如排放因子變化或公司增長。

- **核查聲明：**
 - 包括來自內部或外部核查員的聲明，證明溫室氣體清單的準確性和完整性。
- **附錄：**
 - 根據需要提供額外的數據、方法學或證明文件。

通過遵循這些原則和流程，公司可以製作出可信的溫室氣體報告，這不僅能滿足合規要求，還能與持份者建立信任，支持內部碳管理工作，並為實現更廣泛的碳減排目標做出貢獻。包括同比變化及其解釋，可以為公司的碳管理歷程提供一個敘述，使報告更具洞察力和可操作性。

4.9 持續改進

持續改進是有效碳管理的基石，它確保減排努力不是一次性項目，而是融入機構持續運營的一部分。

本節將探討公司如何利用其排放數據來設定宏偉而可實現的減排目標，以及如何將這些目標整合到現有的管理體系中，以推動實現更低碳排放的持續進展。

設定目標：

- **基準年：** 建立一個基準年（通常基於前述步驟的實踐），作為未來所有減排目標的參考點。這一年應能代表正常運營，沒有重大異常，並能準確比較歷年的排放量。
- **基準對標：** 使用您的溫室氣體清單數據，將公司的排放與行業標準、競爭對手或自身的歷史表現進行基準對標。這有助於了解您所處的位置以及甚麼是可以實現的。

- **(可選但建議) 科學碳目標：** 透過採納科學碳目標 (SBTi)，使您的減排目標與最新的氣候科學保持一致，確保公司的努力有助於全球氣候行動。
- **SMART 目標：** 設定具體的 (Specific)、可衡量的 (Measurable)、可實現的 (Achievable)、相關的 (Relevant) 和有時限的 (Time-bound) 目標。例如：
 - **具體的：** 範圍一排放減少 20%。
 - **可衡量的：** 每年減少 1,000 噸二氧化碳當量。
 - **可實現的：** 基於在能源效率和燃料轉換方面可行的改進。
 - **相關的：** 目標應與您的業務戰略保持一致，並有助於實現整體的可持續發展目標。
 - **有時限的：** 在下一個財年結束前實現。
- **數據驅動：** 使用量化的排放數據來設定切合實際且有依據的目標。例如，如果您的數據顯示很大一部分排放來自採購的商品，則可以設定供應商互動或材料替代的目標。
- **長期願景：** 在設定短期目標的同時，也要考慮實現碳中和或淨零排放的長期願景，以指導公司未來的戰略。

管理體系：

- **融入業務運營：**
 - 將碳管理融入公司的戰略規劃、預算和運營決策過程。這確保了碳減排不是一個附加項目，而是核心業務戰略的一部分。
- **ISO 14001 及其他標準：**
 - 利用如 ISO 14001 等環境管理體系，該體系為管理包括溫室氣體排放在內的環境影響提供了一個框架。遵守此類標準可以推動持續改進。

- 更多細節將在第五章中提供。
- **績效指標：**
 - 建立與碳排放相關的關鍵績效指標 (KPIs)，並定期追蹤。指標可能包括：
 - 每單位產品或收入的排放量。
 - 能源效率的改進。
 - 可再生能源使用的百分比。
- **定期評審和報告：**
 - 制訂定期評審排放數據、目標進展以及減排倡議有效性的時間表。利用這些信息來更新您的管理體系和戰略。
- **員工參與：**
 - 將碳減排實踐融入員工職責，並激勵或獎勵有助於降低排放的行為。培訓和意識提升計劃可以培養一種可持續發展的文化。
- **供應商和客戶互動：**
 - 將您的管理體系擴展到包括供應商在碳管理方面的表現。同樣，與客戶互動，推廣碳排放較低的產品或服務。
- **持續監測：**
 - 實施系統，對能源使用、廢棄物產生以及其他影響排放的關鍵因素進行實時或近實時監測，以便及時採取干預措施。
- **反饋循環：**
 - 建立反饋循環，將從碳管理倡議中學到的經驗教訓反饋到系統中，以完善流程、目標和戰略。

透過基於一個基準年設定有依據的目標，並將碳管理融入公司的運營中，企業可以確保碳減排的持續改進成為公司基因的一部分。這種方法不僅有助於減少排放，還能在一個日益關注可持續發展的世界中，促進創新、節約成本並提升市場地位。

第五章：碳減排的戰略與運營

在本章中，我們深入探討企業可採用的實用策略和運營框架，以有效減少碳排放。

隨著更多的企業日益認識到其在應對氣候變化中的角色，關注重點已從單純的披露轉向戰略性的碳管理。在這裏，我們將探討企業**如何通過與第四章所述碳管理行動相互配套的相關標準和措施，進一步將碳減排融入其核心業務實踐**，既確保環境的可持續性，也保證長期經濟可行性。

5.1 運營階段的排放管理和減少：ISO 14001

碳管理作為環境管理體系的組成部分：

碳管理是環境管理體系 (EMS) 的一個關鍵組成部分，尤其是在實施 ISO 14001 時：

- **ISO 14001 概述：** ISO 14001 是環境管理體系的國際標準。雖然它涵蓋了各種環境影響，但可以將碳管理整合進來，有系統地應對溫室氣體排放問題。
- **與碳管理的整合：** 以下是企業如何將碳減排戰略融入 ISO 14001 體系的方法：
 - **設定環境目標：** 建立明確包含碳減排目標的環境目標。這些目標應與公司對可持續發展的承諾和符合法規合規要求。
 - **運營控制：** 實施控制措施盡量減少對環境影響，包括排放：
 - **能源效率：** 能源管理是關鍵，但運營控制也應包括實踐節能。

- **廢棄物管理：** 盡量減少廢棄物，並管理廢棄物處置，以減少來自垃圾堆填和廢棄物處理的排放。
- **設計和採購：** 將環境標準納入設計流程和採購決策，以減少材料和供應品的碳足跡。
- **監測和測量：**
 - 定期監測和測量溫室氣體排放，以追蹤既定目標的進展。
 - 使用碳排放計算器或溫室氣體清單等工具來量化排放。
- **溝通：** 與員工、供應商和持份者進行清晰溝通，告知公司的碳管理努力和績效。
- **管理評審：** 在定期的管理評審中包含碳績效，以評估環境管理體系在減少排放方面的有效性，並根據需要調整戰略。

通過環境管理體系減少直接排放：

對於非能源相關的直接排放（範圍一），環境管理體系可以實施具體措施：

- **過程排放：**
 - **流程優化：** 優化製造流程以盡量減少排放。例如減少使用會釋放溫室氣體的化學品，或提高流程效率以減少浪費。
 - **技術升級：** 投資於更潔淨的技術或改造現有流程以減少或捕獲排放。例如，在內燃機上安裝催化轉換器以減少氮氧化物排放。
- **逸散性排放：**
 - **泄漏檢測與修復 (LDAR) 計劃：** 建立計劃檢測和修復製冷劑、溶劑和其他溫室氣體的泄漏。定期的檢查和保養計劃可以顯著減少這些排放。

- **設備密封：** 升級或保養設備以確保其適當密封，減少溫室氣體的逸出。
- **製冷和空調：**
 - **製冷劑管理：** 通過使用低全球變暖潛能值 (GWP) 的替代品、確保無泄漏以及遵循報廢管理的最佳實踐來妥善管理製冷劑。
 - **高效冷卻系統：** 選擇既能節能又能盡量減少製冷劑排放的高效冷卻系統。
- **廢水處理：**
 - **厭氧處理：** 使用厭氧消化來處理廢水，捕獲甲烷用於能源或將其燃燒以減少其氣候影響。
 - **高效處理方法：** 實施能耗更低、產生溫室氣體排放更少的處理方法。
- **運輸和分銷：**
 - **車隊管理：** 通過使用替代燃料、改善車輛保養以提高燃油效率，或過渡到電動或混合動力汽車來優化車隊以降低排放。
 - **路線優化：** 使用物流軟件規劃路線，盡量減少燃料消耗和排放。
- **農業運營 (如適用)：**
 - **土壤管理：** 實施免耕農業或覆蓋種植等方法，以減少土壤擾動產生的排放。
 - **牲畜管理：** 提高飼料效率，管理糞便以減少甲烷排放，並考慮替代蛋白質來源。

透過將碳管理整合到 ISO 14001 的環境管理體系框架中，企業可以確保其針對環境措施直接有助於減少其碳排放。此外，通過特定的運營控制來針對直接排放源，企業可以在能源效率措施之外，有效地管理和盡量減少其環境影響。

5.2 運營階段的能源相關排放管理和減少：ISO 50001

根據世界資源研究所 (WRI) 的 Climate Watch 數據，能源行業是迄今為止產生溫室氣體排放最多的行業，佔全球總排放量的 75.7%，其中包括來自電力和熱力生產的 29.7%，以及來自製造業和建築業的 12.7%。

對於尋求減少碳排放的製造業企業而言，能源管理至關重要，特別是通過直接排放（範圍一）和間接排放（範圍二）：

- **直接排放（範圍一）：**
 - **化石燃料燃燒：**通過能源管理可直接減少現場燃燒化石燃料（如供暖、製冷或機械驅動場景）產生的排放。具體而言，企業通過提升能源利用效率，能夠降低生產運營對化石燃料的實際消耗量，從源頭減少燃料燃燒過程中的直接碳排放。
 - **逸散性排放：**能源管理實踐也可以包括設備維護計劃，以防止設備泄漏，從而減少製冷劑、甲烷等溫室氣體的逸散性排放。
- **間接排放（範圍二）：**
 - **外購電力：**公司內部的能源使用效率直接影響從電網購買的電量，而電網電力通常來自化石燃料。通過能源管理減少電力消耗，可以降低這些間接排放。
 - **蒸汽和熱力：**如果您的公司使用由公用事業公司供應的蒸汽或熱力，能源管理可以優化其使用，從而減少對這些資源的需求及相關的排放。

鑒於能源管理在減排中的重要性，實施像 ISO 50001 這樣有系統的方法獲益良多。

實施 ISO 50001 以進行碳管理和減排：

- **理解 ISO 50001：** ISO 50001 是一項國際標準，它概述了建立、實施、維護和改進能源管理體系 (EnMS) 的要求，為企業系統地管理能源績效提供了一個框架，從而減少碳排放。
- **能源基準和績效參數：**
 - 建立一個能源基準，以便衡量績效。這有助於追蹤改進情況並設定切合實際的目標。
 - 制訂能源績效參數 (EnPIs) 來監測能源消耗和效率，例如能源強度（每單位產量的能源使用量）。
- **能源審計/評審：**
 - 定期進行能源審計/評審，以識別能源浪費、效率低下和節能機會。這可以包括：
 - 檢查隔熱和建築圍護結構的熱損失。
 - 評估暖通空調 (HVAC) 系統的效率。
 - 分析照明和設備的節能潛力。

企業實施能源管理的實用措施：

- **節能計劃：**
 - 實施節能計劃，例如：
 - **照明：** 將傳統燈泡更換為節能的 LED 照明，可以減少照明能耗。

- **設備升級：** 升級到更節能的機械，或用節能技術（如變速驅動器 VSDs）改造現有設備。
- **暖通空調維護：** 定期保養供暖、通風和空調系統，以確保其以最高效率運行。
- **行為改變：**
 - 培訓員工養成節能習慣，例如在不使用時關閉設備、優化機器的節能設置，以及關閉門窗以防止不必要的供暖或製冷。
- **能源監測：**
 - 使用簡單的能源監測設備或投資於樓宇能源管理系統 (BEMS)，以實時追蹤能源使用情況，從而能夠對效率低下問題立即做出反應。
- **隔熱和建築圍護結構：**
 - 改善牆壁、屋頂和地板的隔熱性能，以減少熱量損失，這在生產設備設施中可能是一個重要的能源浪費來源。
- **壓縮空氣系統：**
 - 優化壓縮空氣系統，這在製造業中通常是能源密集型的。定期的維護和泄漏檢測可以節省大量能源。
- **能源管理軟件：**
 - 利用軟件解決方案來分析能源數據、預測消耗模式，並提出適合您運營的節能措施。
- **能源回收：**
 - 實施熱回收系統，以重複利用來自流程或機械的廢熱，減少供暖所需的額外能源輸入。

- **可再生能源：**

- 研究現場可再生能源發電的選項，如太陽能電池板，這可以減少電網用電量並減少範圍二的排放。

通過專注於能源管理，公司不僅可以降低運營成本，還可以在其碳管理戰略中取得實質性進展。ISO 50001 提供了一個經過驗證的框架來指引這一過程，確保能源效率的持續改進，並直接影響範圍一和範圍二排放的減少。

5.3 供應鏈排放的管理和減少：ISO 20400

為甚麼供應鏈排放很重要：

- **重大貢獻：** 供應鏈排放（大部分的範圍三排放）可以佔到公司碳清單的很大部分，通常超過其直接運營的排放。根據世界經濟論壇的研究，包括食品、建築、時尚、快速消費品、電子、汽車、專業服務的八大供應鏈，佔全球排放量的 50% 以上。
- **間接影響：** 企業可以透過採購實務和與供應商關係間接影響這些排放。
- **聲譽和市場准入：** 減少供應鏈排放可以提升公司聲譽，開闢新市場，並滿足對可持續產品和服務日益增長的需求。
- **法規合規：** 未來的法規可能要求公司報告和管理範圍三排放，使得供應鏈脫碳成為邁向合規的主動步驟。

ISO 20400 簡介：

- **可持續採購：** ISO 20400，標題為「可持續採購——指南」，為將可持續性考量融入採購流程提供了一個框架。它旨在幫助機構通過採購決策實現可持續發展目標。
- **與碳管理的相關性：** ISO 20400 就採購如何為碳減排做出貢獻提供了指導：

- **優先考慮可持續性：** 鼓勵在採購決策中考慮環境影響，包括碳排放。
- **生命周期視角：** 提倡生命周期思維，評估產品和服務從原材料提取到報廢處置的整個碳足跡。
- **供應商互動：** 概述了與供應商合作以推動整個供應鏈可持續改進的重要性。

實施供應商互動措施：

- **供應商選擇標準：**
 - 將環境績效作為供應商選擇標準的一部分：
 - 根據供應商的碳排放、能源效率和可持續性政策對其進行評估。
 - 將 ISO 14001 或 ISO 50001 等認證視為供應商致力於環境管理的指標。
- **協作倡議：**
 - 與供應商制訂聯合計劃以減少排放：
 - 設立供應商論壇或研討會，討論和分享碳管理的最佳實踐守則。
 - 為碳減排設定共同目標，鼓勵供應商採納可持續措施。
 - 在低碳材料或流程的研發上合作。
- **培訓和能力建設：**
 - 支持供應商減少其碳排放：
 - 提供關於碳核算、能源效率和減少浪費的培訓。

- 為能源審計或節能升級提供技術援助或資金。
- 分享關於碳減排技術和實踐的知識。

進行供應商績效評估：

- **碳足跡評估：**
 - 與供應商合作，使用產品碳足跡 (PCF) 或供應商溫室氣體清單等工具來量化其碳排放。
- **關鍵績效指標 (KPIs)：**
 - 建立 KPIs 來追蹤供應商的碳績效：
 - 每單位產品或服務的排放量。
 - 能源強度 (每單位產量的能源使用量)。
 - 使用的可再生能源百分比。
- **定期報告：**
 - 要求供應商定期報告其環境績效，以便進行持續的監測和反饋。
- **審計和核查：**
 - 進行或支持第三方審計，以核查供應商關於碳排放和可持續性實踐的聲明。

通過採納 ISO 20400 並實施戰略性的供應商互動，企業可以顯著減少其範圍三排放，從而培育一個更可持續的供應鏈。這些實務操作不僅有助於管理碳排放，還能在整個供應鏈中推廣一種可持續發展的文化，為更廣泛的環境和社會目標做出貢獻。

5.4 從源頭管理和減少碳排放：產品碳足跡與產品生態設計

根據 ISO 14001 要求，機構在確定其活動、產品和服務的環境因素時，需考慮自身可控制或影響的生命周期環節；而將環境管理體系與設計開發相結合的優勢在於，其促使機構在產品全生命周期各階段識別與產品相關的環境因素及其對應的環境影響；在 ISO 9001 中，規定了設計管理流程，但未明確涉及環境影響；ISO 14006 《環境管理體系——納入生態設計的準則》通過整合 ISO 14001 的環境管理框架與生態設計方法論，填補了 ISO 9001 和 IEC 62430 在環境影響與商業管理結合層面的空白，幫助機構在設計開發過程中系統性降低環境負荷，同時保持管理體系的適應性和可操作性。

產品碳足跡 (PCF)：

- **概念：** 產品碳足跡 (PCF) 量化了產品在其整個生命周期（從原材料提取到處置或回收）中相關的溫室氣體總排放量。它包括生產、運輸、使用和報廢處理過程中的排放。
- **標準：** ISO 14067 標準為計算和報告 PCF 提供了一個框架。而作為生命周期評估 (LCA) 原則和框架大綱的 ISO 14040 和 ISO 14044 標準，對於通過評估產品生命周期各階段的環境影響來確定 PCF 至關重要。
- **在設計和市場營銷中的重要性：**
 - **設計：** 了解 PCF 有助於設計師做出明智的決策，以在產品生命周期的每個階段最大限度地減少排放，從而實現更可持續的產品。
 - **市場營銷：** 較低的 PCF 可以成為一個重要的賣點，吸引具有環保意識的消費者，並在重視可持續性的市場中增加競爭優勢。

生態設計原則：

- **通過材料選擇減少隱含碳：**
 - **生命周期評估 (LCA)：** 進行 LCA 以了解不同材料的碳影響，引導選用環境足跡較低的材料。
 - **可持續材料：** 使用隱含碳較低的材料，例如可供回收或再生資源，如竹子或生物塑料。
 - **輕量化：** 設計產品時使用更少的材料而不影響功能，從而減少生產和運輸所需的能源。
- **產品使用階段的能源效率：**
 - **節能設計：** 融入減少產品使用期間能耗的特性，如節能模式、高效電機或隔熱材料。
 - **待機功耗：** 盡量減少待機功耗，以減少產品生命周期內的排放。
 - **最終用戶教育：** 提供說明或功能，鼓勵用戶以節能方式操作產品。
- **通過報廢管理最大限度地減少碳影響：**
 - **為拆卸而設計：** 確保產品可以輕鬆拆卸以便回收或再製造，從而減少處置產生的浪費和排放。
 - **可回收性：** 使用在產品壽命結束時可以回收的材料，盡量減少運往垃圾堆填區造成浪費及相關排放。
 - **回收計劃：** 實施回收計劃，收回舊產品循環再造或翻新，從而閉合產品生命周期的循環。

工具和方法學：

- **清單和指南：** 利用歐盟委員會或美國環保署等組織提供的設計清單或生態設計指南。
- **LCA 軟件：** 使用像 OpenLCA、SimaPro 這樣的軟件來評估產品在其生命周期內的環境影響。
- **六西格瑪設計 (DFSS)：** 將環境考量融入六西格瑪設計流程，以實現可持續性的持續改進。

低碳產品生態設計舉例：

- **A 公司的冰箱：**
 - 該公司重新設計了其冰箱型號，融入了生態設計原則：
 - **材料：** 使用回收鋼材作為機身，將隱含碳減少了 25%。
 - **能源效率：** 改進了隔熱性能並優化了冷卻系統，使使用期間的能耗降低了 30%。
 - **報廢處理：** 設計的冰箱易於拆卸，95%的材料可回收或再利用。
- **B 公司的智能手機：**
 - **材料：** 增加了回收塑料的使用，顯著降低了設備的碳足跡。
 - **能源效率：** 實施了省電功能並優化了電池壽命，減少了充電所需的能量。
 - **報廢處理：** 開發了舊設備的回收計劃，這些設備隨後被翻新或回收，減少了浪費和排放。

- **C 公司的環保包裝：**

- **材料：**改用來自可循環再造的生物降解包裝材料，將包裝產生的碳排放減少了 50%。
- **設計：**創造了既具保護性又簡約的包裝，減少了材料的使用量。
- **報廢處理：**確保所有包裝都是可堆肥或可回收的，從而在其生命週期結束時盡量減少其碳影響。

透過將碳考量融入產品生命週期和設計中，公司可以設計和生產出不僅環保而且符合消費者對可持續需求的產品。這些實務有助於減少公司的總體碳排放及其產品的碳足跡，為一個更可持續的未來做出貢獻。

第六章：中小企路線圖與案例研究

案例研究一：基準評估與碳管理體系的建立

概述

Jets 公司是一家玩具製造商，其環境、健康與安全 (EHS) 總監 Claire 接到一項任務：根據 ISO 14064-1 標準，進行一次碳基準評估並建立一個碳管理體系 (CMS)。該項目旨在量化、管理和減少公司運營產生的排放。

本案例研究重點介紹了 Claire 如何按部就班地識別排放源、量化排放，並實施一個為公司製造情境量身定制的碳管理體系。案例強調了製造業的特定要素，並通過數值示例闡述了技術細節，確保與 ISO 14064-1 的原則保持一致。

第一步：識別相關產品和排放類別

採取的行動

Claire 首先識別了 Jets 公司生產的相關產品，並確定了特定於生產過程的排放類別。她遵循 ISO 14064-1 的指南，為識別和量化排放源建立了一個穩健的框架。

關鍵活動

- **繪製產品圖譜：** 識別了製造的主要玩具產品，如塑料公仔和電子教育玩具。
- **排放分類：**
 - **範圍一（直接排放）：** 來自生產機器和熱力系統中現場燃料燃燒的排放。

- **範圍二（間接排放）：**來自為運營裝配綫和輔助設施而購買的電力的排放。
- **範圍三（其他間接排放）：**來自上游原材料生產（如塑料樹脂和電子元件）和下游產品分銷物流的排放。

製造業特定示例

塑料公仔的生產涉及注塑成型，這是一個由電力驅動的能源密集型過程，是範圍二排放的重要來源。同時，範圍一的排放則源於製造過程中用於加熱模具的天然氣。

第二步：界定系統邊界

採取的行動

Claire 界定了系統邊界，以確定哪些生產過程和設施將被納入碳管理體系。這確保了採用全面的方法來量化所有相關活動的排放，以符合 ISO 14064-1 的要求。

關鍵活動	玩具製造業的系統邊界
運營邊界： 包括來自生產設施、倉庫和公司自有分銷車輛的排放。	輸入活動： 原材料採購（如塑料樹脂、電子元件）。
製造過程邊界： 專注於關鍵生產步驟，例如： ● 注塑成型： 將塑料樹脂轉化為玩具部件。 ● 裝配綫： 將塑料部件與電子元件組合。 ● 包裝： 使用紙板和塑料作最終產品包裝。	核心生產活動： 注塑成型、組裝和包裝。
	輸出活動： 倉儲、分銷和廢棄物管理。

第三步：識別製造業的排放源

採取的行動

Claire 識別並分類了所有特定於生產過程的排放源。這一步對於確保碳管理體系採集所有排放數據至關重要。

關鍵的製造業排放源

- 範圍一：
 - 燃氣模具加熱系統中的燃料燃燒。
 - 用於在設施內搬運物料的叉車所消耗的柴油。
- 範圍二：
 - 注塑機和裝配線的電力消耗。
- 範圍三：
 - 從供應商處採購的塑料樹脂和電子元件中的隱含排放。
 - 塑料和包裝廢棄物處置產生的排放。

第四步：量化製造過程的排放

採取的行動

Claire 應用 ISO 14064-1 的方法學來量化製造活動的排放。以下示例說明計算過程。

部分排放源的數值示例

1. 範圍一排放計算：

公式*：

$$\text{排放量 (噸二氧化碳當量)} = \text{燃料消耗量} \times \text{排放因子} \times \text{淨熱值}$$

- 輸入數據：

- 燃料類型：天然氣。
- 年消耗量：10,000 立方米。
- 轉換係數 (淨熱值 NCV)：0.03517 太焦耳/1,000 立方米。
- 排放因子：56.1 噸二氧化碳/太焦耳。

- 計算：

$$\text{排放量} = 10,000 \times 0.03517 \times 56.1 = 19.70 \text{ 噸二氧化碳當量}$$

* 也可以用熱值、熱值含碳量、碳氧化率的方法來計算。

2. 注塑成型中電力使用的範圍二排放：

公式：

$$\text{排放量 (噸二氧化碳當量)} = \text{電力消耗量} \times \text{電網排放因子}$$

- 輸入數據：

- 電力消耗量：750,000 千瓦時 (750 兆瓦時)。
- 電網排放因子：0.45 噸二氧化碳/兆瓦時 (基於國家電網平均值)。

- 計算：

$$\text{排放量} = 750 \times 0.45 = 337.5 \text{ 噸二氧化碳當量}$$

3. 塑料樹脂的範圍三排放：

公式：

$$\text{排放量 (噸二氧化碳當量)} = \text{材料數量 (噸)} \times \text{排放因子 (噸二氧化碳/噸)}$$

- 輸入數據：

- 塑料數量：1,500 噸。

- 塑料樹脂的排放因子 (由供應商提供): 2.4 噸二氧化碳/噸。

- 計算：

$$\text{排放量} = 1,500 \times 2.4 = 3,600 \text{ 噸二氧化碳當量}$$

第五步：實施碳管理體系 (CMS)

採取的行動

Claire 建立了一個為製造公司需求度身定造的碳管理體系，重點關注關鍵的生產過程和排放源。

碳管理體系的關鍵組成部分

1. 與環境管理體系 (EMS) 整合：

- 將碳管理體系融入 Jets 公司 已有的環境管理體系 (EMS) 中，使碳相關目標與資源效率和減少浪費等更廣泛的環境目標保持一致，確保符合 ISO 14001 框架，並利用現有流程精簡實施。

2. 數據監測：

- 在注塑機上安裝電錶以監測電力使用情況。
- 追蹤天然氣和柴油消耗量以計算範圍一排放。

3. 數據整合：

- 開發一個小型數據庫，用於存儲原材料輸入、能源消耗和生產量的數據。
- 使用 ISO 14064-1 的報告標準格式來組織和標準化數據。

4. 減排目標：

- 設定一個目標，通過節能設備升級，在三年內將生產中的電力消耗減少 15%。

第六步：報告與核查

採取的行動

Claire 通過準備排放報告並聘請第三方核查機構確認數據準確性，確保碳管理體系符合 ISO 14064-1 的報告要求。

關鍵活動

- 內部審核：對從生產過程中收集的數據作內部審查。
- 第三方核查：聘請一家獲認可的核查機構來驗證排放計算，並確保符合 ISO 14064-1 要求。
- 報告：編寫年度排放清單報告，重點突出關鍵生產過程的排放。

第七步：推動製造業的減排

採取的行動

Claire 與生產團隊合作，實施針對製造活動的減排措施。

關鍵舉措

- 能源效率：
 - 用節能型號替換過時的注塑機，將電力消耗降低了 20%。
 - 改善燃氣加熱系統的隔熱性能，以減少天然氣使用量。
- 原材料優化：

- 與供應商合作，採購回收塑料，從而減少範圍三的排放。

- **廢棄物管理：**

- 實施廢棄物回收計劃，以最大限度地減少塑料和包裝處置產生的排放。

主要成果

1. **建立基準：** Claire 成功地量化了基準年的排放，這成為未來改進的衡量標準。
2. **實施碳管理體系：** 建立了一個穩健的碳管理體系，能夠定期監測和報告製造業的排放。
3. **實現減排：** 初步措施在第一年內使範圍二的排放減少了 5%。

本案例研究展示了像 **Jets** 公司這樣的製造企業如何應用 ISO 14064-1 的原則來建立碳管理體系，重點關注生產過程的排放，並符合國際碳管理標準。

案例研究二：透過能源管理和流程優化實現脫碳

概述

Keys 公司是一家特種聚合物製造商，其設施經理兼能源工程師 **Wesley** 接到管理層的任務，要求他制訂一份既能實現脫碳又能帶來運營成本節約的路線圖。他認識到，系統化的方法是成功的關鍵。

本案例研究概述了為建立基於 ISO 50001 的能源管理體系 (EnMS)、實施有針對性的能效措施、整合可再生能源、優化核心化工流程以及改善材料和廢棄物循環而採取的步驟。每一項舉措都附有清晰的商業論證，將碳減排與財務績效聯繫起來。

第一步：建立能源管理體系 (EnMS)

採取的行動

Wesley 首先著手建立一個與 ISO 50001 對齊的能源管理體系，以系統地管理和減少能源消耗及排放。

關鍵活動

- **能源方針：** 制訂一項致力於提高能源效率和減少排放的能源方針並在內部宣傳。
- **能源策劃：** 進行能源評審，以識別主要能源使用：
 - **範圍：** 包括所有生產流程、公用設施和行政區域。
 - **能源績效參數和能源基準：** 針對主要能源使用，建立能够表徵其能源績效的能源績效參數，並且使用歷史數據建立一個用於比較的能源基準。
 - **能源目標指標和實施方案：** 制定合適的能源目標和指標，並且制定實施方案。
- **實施與運行：**
 - 對員工進行節能實務培訓。
 - 在運營中實施節能措施。
 - 在設計和採購的活動中考慮節能。
- **檢查：**
 - 安裝能源計量表以監測使用情況。
 - 建立定期能源評審制度。
- **管理評審：** 定期評審能源管理體系的績效，以確保持續改進。

數值示例

- 能源績效參數 (EnPI) 和能耗基準 (EnB)：Keys 公司 的年綜合能耗為 100,000 兆瓦時 (MWh) ，年生產某產品 100,000 公斤。
- 定義能源績效參數 (EnPI) 為：單位產品綜合能源消耗 (每生產一公斤產品的綜合能源消耗)
- Keys 公司確定該年的平均單位產品綜合能源消耗為其能源基準：
 - 單位產品綜合能耗：1 MWh/公斤；
 - 單位產品電力消耗：0.6 MWh/公斤；
 - 單位產品天然氣消耗：0.4 MWh/公斤。

第二步：提升能源效率

採取的行動

Wesley 通過升級設備以提高能源效率。

關鍵活動

- 設備升級：
 - 將主反應器冷卻回路上的老舊低效泵和主攪拌器上的電機更換為高效型號。
 - 在關鍵的蒸餾塔泵上安裝變頻驅動器 (VFDs) ，使能源使用精確匹配生產過程需求。

數值示例

通過計算升級單個大型泵所節省的能源，來展示其潛力：

- 舊泵系統能耗：每年 200 兆瓦時 (效率為 70%)。

- **新泵系統效率：** 85%。
- **新能耗：** 新的所需能耗是根據效率比率調整後的舊能耗。
新能耗 = 200 MWh × (70% / 85%) = 164.7 兆瓦時。
- **年度節電量：**
節電量 = 舊能耗 - 新能耗 = 200 MWh - 164.7 MWh = 35.3 兆瓦時。
- **減排量：** 35.3 MWh × 0.5 噸二氧化碳當量/MWh = 17.7 噸二氧化碳當量。

第三步：使用可再生能源

採取的行動

Wesley 與生產團隊和研發團隊合作，並說服了公司管理層，通過在工廠和倉庫建築的屋頂上安裝太陽能電池板來利用可再生能源。

關鍵活動

- **太陽能安裝：**
 - 評估屋頂空間和太陽能潛力。
 - 安裝了一個 1 兆瓦 (MW) 的太陽能光伏 (PV) 系統。

數值示例

- **太陽能電池板容量：** 1 兆瓦
- **年太陽能發電量：** 1,200 兆瓦時 (假設每年有效日照時間為 1,200 小時)。
- **碳減排：** 如果 1 兆瓦時的電網電力產生 0.5 噸二氧化碳當量，那麼該太陽能裝置每年可減排 600 噸二氧化碳當量。

第四步：流程優化

採取的行動

Wesley 與生產團隊合作，實施了先進的過程控制和優化技術，以提高效率和減少浪費。

關鍵活動

- **過程控制與熱集成：**
 - 實施先進過程控制 (APC) 系統，以優化反應溫度和停留時間，從而減少不合格產品的產生。
 - 安裝熱交換器以回收反應器冷卻夾套的低品位熱量，用其預熱鍋爐給水，從而減少天然氣消耗。

數值示例

- **舊流程：** 每批次生產 50 公斤需要高能耗返工的不合格產品，該批次消耗 50 兆瓦時的能源。
- **優化後流程：** 更嚴格的控制將不合格產品減少到 40 公斤，並將每批次所需能源降至 40 兆瓦時。
- **能源節省：** 每批次節省 10 兆瓦時的能源。

第五步：使用回收材料

採取的行動

Keys 公司 開始在其生產過程中使用回收材料，以減少與原材料採購相關的碳排放。

關鍵活動

- **材料採購：**
 - 在可能的情况下，用回收選項替代原生原材料，例如使用回收塑料進行包裝。
 - 與供應商協商採購更低碳的材料。

數值示例

- **基準情景 (之前):**
 - 使用材料：500 噸某原生塑料。
 - 排放因子 (原生)：2.4 噸二氧化碳當量/噸。
 - 基準排放 = 500 噸 × 2.4 噸二氧化碳當量/噸 = 1,200 噸二氧化碳當量。
- **新情景 (替代後):**
 - 材料組合：300 噸原生塑料和 200 噸回收塑料。
 - 排放因子 (回收)：1.5 噸二氧化碳當量/噸。
 - 新排放 = (300 噸 × 2.4 噸二氧化碳當量/噸) + (200 噸 × 1.5 噸二氧化碳當量/噸) = 720 + 300 = 1,020 噸二氧化碳當量。
- **年度減排量：**

減排量 = 基準排放 - 新排放 = 1,200 - 1,020 = 180 噸二氧化碳當量。

第六步：減少廢棄物與回收

採取的行動

Wesley 專注於減少廢棄物和加強回收工作，盡量減少來自廢棄物處理的排放。

關鍵活動

- **廢棄物管理：**
 - 實施廢棄物分類計劃。
 - 與回收公司建立夥伴關係，以更可持續的方式管理廢棄物。

數值示例

- **處理前廢棄物：** 每年 500 噸，其中 250 噸送往垃圾填埋場。
- **處理後廢棄物：** 每年 400 噸，其中 50 噸送往垃圾填埋場 (其餘被回收或再利用)。
- **垃圾填埋場排放：** 如果垃圾填埋場每噸廢棄物的排放為 0.5 噸二氧化碳當量，則廢棄物管理帶來的減排量為 $(250 - 50) \times 0.5 = 100$ 噸二氧化碳當量。

主要成果

1. **系統化管理：** 成功建立了一個符合 ISO 50001 要求的能源管理體系，為持續改進提供了穩健的框架。
2. **可衡量的能源減少：** 設備升級和流程優化措施經核實每年減少超過 200 兆瓦時的能源消耗。
3. **戰略性影響：** Wesley 證明了脫碳與成本效益是相互關聯的。能效措施不僅降低了運營成本，還降低了基礎需求，使得 1 兆瓦的太陽能陣列所提供的電力更具影響力，覆蓋其設施需求的更大佔比。

4. 供應鏈脫碳：轉用回收材料和改善廢棄物管理，顯著降低了公司的範圍三排放，鞏固了其作為可持續供應商的地位。

本案例研究說明了一家化學品製造商如何實施從能源管理到減少廢棄物等一系列碳減排戰略，這些戰略符合國際標準，並有助於降低碳排放水平。

案例研究三：供應鏈脫碳

概述

Lighthouse 公司是一家電氣產品製造商，其供應鏈高級經理 Zara 接到一項任務，要解決公司最大的排放源問題。初步分析顯示，公司總碳足迹的 75% 來自範圍三，其中前 50 個戰略供應商佔了這些供應鏈排放的大部分。她的使命不僅是與這些夥伴溝通，更要實際減少他們共同產生的碳排放量，並能夠明確測量成果。

本案例研究探討了 Zara 如何應對將碳考量融入供應鏈的複雜性，克服阻力，並為實現可持續的未來而促進合作。

措施一：更新採購政策

採取的行動

Zara 首先與首席財務官和財務團隊合作，修訂了 Lighthouse 公司的採購政策，將碳排放披露和績效作為關鍵績效指標 (KPIs)。

關鍵活動

- 政策制訂：
 - 將包括碳排放數據在內的環境績效，整合到供應商選擇標準中。
 - 為表現出較低碳排放水平的供應商引入財務激勵措施，如更優的付款條件或在合同續簽中獲得優先權。

- **優先互動：**
 - 根據排放「熱點」分析，將初步期工作重點放在識別出的頭 50 家供應商，而非採取一刀切的方式。

面臨的挑戰

- **供應商的抵觸：** 一些供應商抵制披露其碳排放，擔心這可能會暴露其效率低下的問題或導致競爭劣勢。

克服挑戰

- **攤牌時刻：** 在與一家主要的鋁制外殼供應商（其為五大排放源之一）舉行的一次高層次會議上，**Zara** 遭遇僵局。該供應商因新的報告要求而威脅要退出合作。她冷靜地展示了數據，顯示其直接競爭對手已經在營銷他們使用的低碳鋁，正獲取市場優勢。經過一番緊張的談判，該供應商意識到長期的戰略利益，同意參與試點項目。
- **互動與教育：** **Zara** 組織了一系列研討會，向供應商講述碳管理的重要性：
 - 強調碳披露如何能提升他們的市場地位。
 - 聘請碳管理專家，為供應商提供碳排放量化的知識和工具。
- **信息收集標準格式：**
 - **Zara** 引入了一個信息收集標準格式——更多細節見措施二。
- **分階段實施與過渡期：**
 - 為了讓供應商逐步適應新要求，**Zara** 實施了分階段方法並設立過渡期。這給供應商充足時間去適應變化、收集必要數據並進行改進，避免了即時壓力，確保了更平穩的過渡，也減少了初期的阻力。

措施二：碳信息收集

採取的行動

Zara 設計了一份正式的標準格式，用於從供應商處收集碳信息，並計劃將其整合到現有的供應鏈管理系統中。

關鍵活動

- **創建兩個層次的標準格式：**制訂了分階段的數據收集方法。
 - **第一層（廣泛互動）：**為所有供應商提供一個簡單的標準格式，重點關注企業層面的排放（範圍一和範圍二）以及定性的減排計劃。
 - **第二層（戰略供應商）：**為頭 50 家供應商提供一份更詳細的標準格式，要求提供向 Lighthouse 公司供應的特定部件的產品碳足跡 (PCF)。
- **平台整合：**認識到從數百家供應商那裏收集和管理數據的複雜性，Zara 的團隊決定自研一個輕量化的第三方供應鏈可持續發展平台。該平台提供了標準化的問卷和基準評估工具，目標是在後期將經過驗證的數據整合到他們內部的企業資源規劃 (ERP) 系統中。

面臨的挑戰

- **數據不一致：**供應商以不同格式提供數據，使得匯總變得困難。
- **不願分享：**一些供應商以保密為由，不願分享詳細的排放數據。

克服挑戰

- **標準化：**提供了關於如何填寫標準格式的清晰說明和示例，確保採集到數據的連貫性。

- **建立信任：** 通過法律協議向供應商保證數據機密性，並展示數據將僅用於內部基準評估和改進。

措施三：將碳考量整合到供應商盡職調查中

採取的行動

Zara 將碳績效作為供應商審核期間盡職調查過程的一個關鍵部分。

關鍵活動

- **審核框架：** 修訂了供應商審核清單，包括：
 - **碳管理體系：** 評估供應商管理碳的政策和體系。
 - **數據核實：** 在現場考察期間，將報告的產品碳足跡 (PCF) 數據與生產過程交叉核對。
 - **減排努力：** 證明有具體的減排舉措，而不僅僅是計劃。
- **激勵改進：** 為供應商提供反饋和改進建議，對於取得顯著進展的供應商，有可能增加訂單量。

面臨的挑戰

- **審核阻力：** 一些供應商將碳審核視為額外的負擔或不必要的成本。
- **複雜性：** 評估碳績效要求審核團隊具備新的專業知識。

克服挑戰

- **價值主張：** Zara 向供應商傳達了碳審核如何帶來運營效率和成本節約，展示了碳管理帶來財務效益的成功案例。
- **培訓：** 對內部審核團隊進行碳核算和管理方面的培訓，確保他們能為供應商提供有價值的建議和專業指導。

主要成果

1. **供應商高度參與：** 新的政策和分階段方法使頭 50 家戰略供應商在兩年內的參與率達到了 90%。
2. **可操作的數據與洞見：** 可持續發展平台現在提供關於供應商績效的實時儀錶板，包括超過 200 個關鍵部件的已驗證產品碳足跡數據。
3. **可衡量的減排：** 互動和盡職調查的結合，使目標供應商群體的排放強度經核實降低了 8%，使 Lighthouse 公司有望實現其範圍三的減排目標。

Zara 在 Lighthouse 公司的歷程展示了戰略性供應商互動的重要性，通過教育、協作和展示互惠互利來克服阻力，最終促成一個更可持續的供應鏈。

第七章：製造業中小企碳管理的輕量級數字化解決方案

碳管理看似一項艱巨的任務，特別是如果您經營的是一家在這方面經驗甚少或毫無經驗的中小型製造企業 (SME)。然而，借助合適的工具——許多中小企其實已經擁有這些工具，碳排放管理可以成為您日常業務運營的一部分，並為您節省時間和金錢。

您為甚麼要關心碳排放管理？以下是一些有力的理由：

- **合規：**法規正變得越來越嚴格。數字化工具能幫助您在不耗費巨資的情況下保持合規。
- **效率：**您可以追蹤在哪些地方能源或資源使用效率低下，並進行改進。
- **客戶信任：**越來越多的消費者和商業夥伴正在尋找具有可持續實踐的合作方。數字化有助於展示您的努力，提升您的商業聲譽。
- **成本節約：**減少浪費和能源消耗會直接為您的盈利帶來積極影響。

本章將指引您如何以最低甚至零額外成本，利用日常的數字化工具作有效的碳管理。

7.1 利用現有工具進行碳管理

讓我們深入探討如何使用您可能已經熟悉的工具：

- **利用標準格式**
 - 從零開始構建任何東西都是困難的。您不妨尋找一些標準格式，它們可以指導您收集哪些數據以及如何呈現這些數據。

- 尋找來自監管機構的標準格式，例如用於歐盟碳邊境調節機制 (EU CBAM) 目的的溝通標準格式（如《CBAM 指南》中所述），或來自全球組織（如世界資源研究所 WRI 基於《溫室氣體核算體系》的計算工具）的標準格式。
- 如果您的客戶是行業領導者，他們可能會為您提供用於可持續發展管理（包括碳監測和報告）的標準格式或數據結構。
- 採納這些標準格式可以使您的報告流程更加順暢，並符合市場期望。

- **Microsoft Office 和 Google Apps：**

- 從建立一個簡單的電子表格開始，可以在其中記錄您的能源使用、廢棄物產生和排放情況。使用公式來計算您隨時間變化的碳排放。
- **巨集和指令碼：** 不會編程？沒問題！使用預製的巨集或簡單的指令碼把錄入數據或生成數據集自動化，從而減少錯誤並節省時間。例如，一些公司可能會考慮採用自動化解決方案來生成用於合規和/或與客戶進行數據溝通的 XML / CSV / XLS 文件。
- **協作：** 通過 OneDrive、SharePoint 或 Google Drive 共享您的電子表格，以便團隊中的每個人都可以貢獻並訪問最新數據。
- **可視化報告：** 像 Power BI 或 Google Data Studio 這樣的工具可以將您的數據轉化為易於理解的圖表和儀錶板。這有助於向持份者溝通您的進展。

- **ERP/SAP 系統：**

- **數據源：** 您的企業資源規劃 (ERP) 系統已經追蹤了大量的業務活動。利用這些數據來計算能源使用、材料使用、生產等方面的排放。

- **定制化：** 與您的 IT 團隊或顧問合作，定制您的 ERP 以包含碳指標。例如您可以追蹤每件製成品所使用的能源量。
- **報告工具：** 許多 ERP 系統，如 SAP Business One，都內置了可為環境報告度身定造的報告功能。協作生成合規報告。
- **整合：** 將您的 ERP 數據與 Excel 或 Google Sheets 整合作進一步分析，或與外部工具整合以進行更詳細的碳核算。

7.2 中小企的實施步驟

以下是實施步驟：

- **數據收集：**
 - 盡可能自動化數據收集。使用 Google Forms 方便員工輸入，或在 Excel 中設置巨集，從您的 ERP 系統中提取數據。
 - 定期更新數據，以保持碳管理信息是及時性。
- **數據分析：**
 - 使用數據透視表、圖表或可視化工具來理解您的數據。尋找趨勢、異常點和需要改進的領域。
- **員工參與：**
 - 培訓您的員工，讓他們了解碳管理的重要性以及如何使用這些工具。通過提供簡單、用戶友好的數據錄入界面來鼓勵他們參與。
- **報告與合規：**
 - 設置符合監管標準或客戶要求的自動化報告。使用由官方機構或行業領導者提供的標準格式。

7.3 未來趨勢與升級

隨著技術的發展，以下是一些值得關注的趨勢：

- **人工智能輔助編程：**許多中小企（甚至大公司）可能面臨內部缺少 IT 專家進行編程或其他 IT 任務的困境。您可以利用像 **Cursor** 或 **Windsurf** 這樣的人工智能工具來輔助完成這些任務。
- **第三方應用程序：**尋找可以輕鬆與您現有系統整合的應用程序，以處理更複雜的碳管理。
- **物聯網 (IoT) 用於數據監測：**物聯網設備可以提供關於能源使用、排放和其他指標的實時數據，從而提高您的數據準確性。
- **用於供應鏈透明度的區塊鏈或中心化平台：**許多大型集團/大公司已經採用區塊鏈或中心化平台管理供應鏈以提升其透明度。深入了解這方面的資訊，可嘗試制定一個回應碳排數據請求的解決方案。

對於中小企而言，碳管理不必是複雜或昂貴的。利用您已在使用的工具，如 **Microsoft Office**、**Google Apps** 或您的 **ERP** 系統，今天就可以開始在環境影響方面做出改變。請記住，邁向可持續發展的每一步都很重要，而有了這些輕量化的數字化解決方案，您走每一步都將更加堅實。

第八章：指南回顧與行動號召

要點回顧

在本指南中，我們為香港製造業企業 (HKMEs) 全面梳理了碳管理的要點：

- **理解碳管理：** 我們從揭開「碳」和「碳足跡」的神秘面紗開始，強調了直接排放和間接排放的區別，並介紹了各種量化和報告的標準。
- **碳管理體系 (CMS)：** 我們探討了碳管理體系如何與現有的管理體系 (如 ISO 14001 和 ISO 50001) 整合，以促進持續改進，做好規劃，加強與持份者互動，並通過核查來確保可信度和合規性。
- **核查與認證：** 強調了獨立核查的重要性，詳細說明了它如何確認排放數據的準確性，並為法規合規和持份者的信任提供支持。
- **全球趨勢與合規：** 我們討論了碳定價、歐盟碳邊境調節機制 (CBAM) 等新興趨勢，以及這些趨勢如何影響香港製造業企業的運營和市場競爭力。
- **戰略建議：** 為高層管理人員提供了量身定制的建議，內容涉及如何將碳管理融入業務戰略、克服決策偏誤，以及為有效的碳管理舉措設定標準。
- **行業特定指導：** 提供了針對一些行業的詳細案例研究和戰略，展示了如何在特定行業背景下進行碳管理。
- **實踐性實施：** 我們提供了關於建立或加強碳管理體系、減少排放以及為遵守當前和未來法規做準備的分步指導。
- **數字化解決方案：** 本指南概述了輕量級的數字化工具，以簡化碳管理流程，尤其適用於中小企。

行動號召

香港製造業企業：

- **擁抱碳管理：** 從今天開始，啟動或加強您的碳管理實踐。將本指南作為您的路線圖，以減少排放、提升可持續性，並為法規合規做好準備。
- **設定長遠目標：** 通過科學碳目標倡議 (SBTi) 等倡議，致力於設定基於科學的目標。您的目標不應僅僅是合規，更應是成為可持續製造領域的領導者。
- **教育與互動：** 培訓各個層級的員工，讓他們了解碳管理。讓您的供應鏈夥伴參與到您的碳減排旅程中來。
- **實施與創新：** 利用本指南中提供的數字化工具和行業特定戰略。為生產流程尋求創新，以降低您的碳排放。
- **保持信息靈通：** 密切關注全球趨勢、法規變化以及碳管理領域的技術進步。根據需要調整您的戰略，以保持競爭力。
- **尋求核查：** 讓您的碳管理工作得到獨立核查，以增強可信度、滿足法規要求，並吸引具有生態意識的消費者和投資者。

行業領袖和持份者：

- **促進協作：** 與行業同行合作，分享最佳實踐案例，鼓勵業界就供應鏈措施協作，並推動全行業的可持續改進。
- **倡導政策：** 與政策制定者溝通，確保法規在支持實踐可持續業務的同時，維持一個公平的競爭環境。
- **投資於可持續發展：** 投資者們，請將公司的碳管理能力作為投資的關鍵標準，從而推動市場走向可持續發展。

政府和監管機構：

- **支持中小企：** 提供資源、激勵措施和清晰的指導方針，幫助中小企有效地進行碳管理。
- **協調法規：** 努力實現全球碳管理標準和法規的協調，以防止碳泄漏並鼓勵全球參與碳減排。

所有人：

- **立即行動：** 現在就是行動的時刻。邁向碳管理的每一步，不僅為全球氣候努力做出貢獻，也為您的企業在一個注重碳排放的世界中取得未來成功，奠定堅實基礎。

縮略語列表

縮略語	英文全稱	中文全稱
AR4	Fourth Assessment Report (IPCC)	(IPCC) 第四次評估報告
AR6	Sixth Assessment Report (IPCC)	(IPCC) 第六次評估報告
BEMS	Building Energy Management System	樓宇能源管理系統
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism	碳邊境調節機制
CH₄	Methane	甲烷
CMS	Carbon Management System	碳管理體系
CO₂	Carbon Dioxide	二氧化碳
CO₂e	Carbon Dioxide Equivalent	二氧化碳當量
DFSS	Design for Six Sigma	六西格瑪設計
EMS	Environmental Management System	環境管理體系
EnMS	Energy Management System	能源管理體系
EPD	Environmental Product Declaration	環境產品聲明
ERP	Enterprise Resource Planning	企業資源規劃
ETS	Emissions Trading System	排放交易體系
EU ETS	European Union Emissions Trading System	歐盟排放交易體系
GHG	Greenhouse Gas	溫室氣體
GWP	Global Warming Potential	全球變暖潛能值
HFCs	Hydrofluorocarbons	氫氟碳化物
HKMEs	Hong Kong Manufacturing Enterprises	香港製造業企業
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning	供暖、通風和空調系統
ICCN	Institute for Climate and Carbon Neutrality	香港大學氣候與碳中和研究院
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府間氣候變化專門委員會

ISO	International Organisation for Standardization	國際標準化組織
LCA	Life Cycle Assessment	生命周期評估
LDAR	Leak Detection and Repair	泄漏檢測與修復
NCV	Net Calorific Value	淨熱值
N₂O	Nitrous Oxide	一氧化二氮
PAS 2060	An Internationally Applicable Standard for Carbon Neutrality	一項國際通用的碳中和標準
PCF	Product Carbon Footprint	產品碳足跡
PFCs	Perfluorocarbons	全氟化碳
PPA	Power Purchase Agreement	購電協議
R&D	Research and Development	研究與開發 (研發)
SBTi	Science Based Targets initiative	科學碳目標倡議
SMEs	Small and Medium-Sized Enterprises	中小企 (業)
SOP	Standard Operating Procedure	標準作業程序
TSF	Trade and Industrial Organisation Support Fund	工商機構支援基金
tCO₂e	Metric Ton of Carbon Dioxide Equivalent	公噸二氧化碳當量
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	聯合國氣候變化框架公約
VFDs	Variable Frequency Drives	變頻驅動器
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	世界可持續發展工商理事會
WRI	World Resources Institute	世界資源研究所

文獻參考

British Standards Institution (BSI). PAS 2060 – Specification for the Demonstration of Carbon Neutrality. 2014.

ClimateWatch, World Resources Institute. Historical GHG Emissions. Available at: <https://www.climatewatchdata.org/>

Elisabetta Cornago and Aslak Berg. Learning from CBAM's Transitional Phase – Early Impacts on Trade and Climate Efforts. December 2024.

European Commission. EU Battery Regulation (Regulation (EU) 2023/1542). 2023.

European Commission. Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council Establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). 2023.

European Commission – Joint Research Centre (JRC). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General Guide for Life Cycle Assessment. 2010.

Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute (WRI) & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2004.

Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. WRI & WBCSD. 2011.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Sixth Assessment Report (AR6) – Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 2021.

International Carbon Action Partnership (ICAP). Emissions Trading Worldwide: Status Report 2023. 2023.

International Energy Agency (IEA). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. 2023.

International Energy Agency (IEA). Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. 2022.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14001:2015 – Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use. 2015.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14064-1:2018 – Greenhouse Gases – Part 1: Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals. 2018.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14064-2:2019 – Greenhouse Gases – Part 2: Specification with Guidance at the Project Level for Quantification, Monitoring, and Reporting of Greenhouse Gas Emission Reductions or Removal Enhancements. 2019.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14064-3:2019 – Greenhouse Gases – Part 3: Specification with Guidance for the Verification and Validation of Greenhouse Gas Statements. 2019.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14067:2018 – Greenhouse Gases – Carbon Footprint of Products – Requirements and Guidelines for Quantification. 2018.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 14068-1:2023 – Climate Change Management – Transition to Net Zero – Part 1: Carbon Neutrality . 2023.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 20400:2017 – Sustainable Procurement – Guidance. 2017.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 50001:2018 – Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use. 2018.

Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD). Final Recommendations Report. 2017.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). The Paris Agreement. 2015.

World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2023. 2023.

World Economic Forum. Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity. 2021.

鳴謝

本指南的出版是「促進港資製造企業供應鏈的環境、社會和管治合規管理」項目的一部分，該項目由工業貿易署工商機構支援基金資助。香港工業總會（工總）衷心感謝以下各界對項目的寶貴貢獻和支持：

工總向以下支持機構致以敬意（排名不分先後）：香港總商會、香港中華廠商聯合會、香港中華總商會、商界環保協會、香港創新科技及製造業聯合總會、香港金屬製造業協會及香港五金商業總會。同時對工業貿易署提供的研究撥款深表謝忱，使本指南得以順利完成。

工總特別鳴謝由林曉東先生及項目執行機構--香港大學氣候與碳中和研究中心的研究團隊，林先生與團隊的專業知識對本項目不可或缺，推出的這份指南，有助業界採取有效的碳管理，壯大合規能力。

我們由衷感激項目督導委員會提供的寶貴指導和真知灼見，這對確立項目的戰略方向至關重要。

最後，我們衷心銘謝所有參與深度訪談、一對一討論環節以及跨界別集思會議的參與者。他們的意見和建議，構成了本研究的堅實基礎。

督導委員會 – 「促進港資製造企業供應鏈的環境、社會和管治合規管理」

陳婉珊女士

（委員會主席）

工總常務副主席

周治平先生

（委員會副主席）

工總常務副主席

鄭文聰教授

工總名譽會長

張益麟先生

委員會委員

李志鵬先生

委員會委員

葉中賢博士

工總名譽會長

葉穎雪女士

委員會委員

袁文正先生

委員會委員

研究團隊

林曉東先生

香港大學氣候與碳中和研究所項目負責人

江興華先生

項目高級顧問及首席工程師

戴凡教授

香港大學氣候與碳中和研究院行政總監

陳潔茵博士

香港大學理學院生物科學學院高級講師

倪丹菲博士

香港大學氣候與碳中和研究院營運經理員

工業貿易署「工商機構支援基金」撥款資助



工商機構支援基金

Trade and Industrial Organisation Support Fund

在此刊物上 / 活動內 (或項目小組成員) 表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不代表香港特別行政區政府或工商機構支援基金評審委員會的觀點。



香港工業總會

FHKI Federation of
Hong Kong Industries

31/F, Billion Plaza, 8 Cheung Yue Street,
Cheung Sha Wan, Kowloon, Hong Kong
香港九龍長沙灣
長裕街8號億京廣場31樓

Tel 電話 : (852) 2732 3188
Fax 傳真 : (852) 2721 3494
Email 電郵 : fhki@fhki.org.hk
Website 網址 : www.industryhk.org