



香港工業總會
FHKI Federation of
Hong Kong Industries

碳管理实务指南：

实现香港与内地 碳中和及可持续发展目标

专为港资制造企业亚太区生产布局设计

2025年8月版

目录

序言.....	3
第一章：引言.....	7
1.1 本指南的目的：提供一份实用且可操作的路线图	7
1.2 本指南的编纂方法	7
1.3 本指南的目标读者	8
1.4 如何阅读本指南.....	8
第二章：碳管理的迷思与关键问题.....	10
2.1 甚么是「碳」或「碳足迹」？.....	10
2.2 甚么是「碳管理体系」？.....	11
2.3 您的努力和成就如何获得认可：核查.....	14
2.4 大趋势：碳合规和碳定价要来了吗？.....	16
2.5 相关标准简介	18
第三章：给高层管理人员的战略建议.....	22
3.1 碳管理的关键：第二章总结	22
3.2 在碳或可持续发展相关决策中的常见偏误.....	23
3.3 碳管理战略的考虑标准及案例.....	24
3.4 采用评级系统的决策过程.....	26
第四章：机构层面的碳监测、报告和核查.....	28
4.1 建立管理层承诺和组织架构	28
4.2 设定机构边界	30
4.3 识别温室气体排放源.....	32
4.4 收集量化排放所需的数据.....	34
4.5 管理范围三排放.....	37

4.6	计算碳排放.....	44
4.7	不确定性与重新计算.....	47
4.8	报告和核查.....	50
4.9	持续改进	53
第五章：碳减排的战略与运营.....		57
5.1	运营阶段的排放管理和减少：ISO 14001.....	57
5.2	运营阶段的能源相关排放管理和减少：ISO 50001.....	60
5.3	供应链排放的管理和减少：ISO 20400	63
5.4	从源头管理和减少碳排放：产品碳足迹与产品生态设计.....	66
第六章：中小企路线图与案例研究.....		70
案例研究一：基准评估与碳管理体系的建立		70
案例研究二：透过能源管理和流程优化实现脱碳		76
案例研究三：供应链脱碳		83
第七章：制造业中小企碳管理的轻量级数字化解决方案.....		88
7.1	利用现有工具进行碳管理.....	88
7.2	中小企的实施步骤	90
7.3	未来趋势与升级.....	91
第八章：指南回顾与行动号召.....		92
缩略语列表.....		95
文献参考		97
鸣谢.....		99

序言

在全球产业格局重塑的关键时刻，碳管理已从企业选择题转变为必答题。亚太地区碳交易市场的崛起，以及国际绿色投融资趋势，都在深刻改变着制造业的竞争规则。港资制造业凭借在亚太地区几十年的产业布局与创新能力，具备在这一转型浪潮中引领变革的潜力。

香港工业总会（工总）多年来持续推动中小企应对环境挑战。自 2015 年起，我们每年举办「中银香港企业环保领先大奖」，表彰在可持续发展方面表现卓越的企业，参赛企业数目逐年攀升，反映业界对环保议题的重视日益提高。2021 年，我们成立了「环境、社会及管治委员会」，进一步整合资源，透过专题研讨会、工作坊及行业调查，提升会员对碳减排政策及措施的认识。去年，我们透过香港优质标志局推出「香港 Q-Carbon 认证计划」及「香港 Q-ESG 认证计划」，为企业提供专业认证服务，协助中小企建立碳管理及 ESG 管理体系。

港资制造业已构建起以中国内地为核心、辐射东盟的完整产业链。在此背景下，香港制造业应将碳管理视为提升国际竞争力的策略机遇。香港作为国际金融与专业服务中心，拥有连接全球资本市场与绿色金融的独特优势，能为制造业绿色转型提供全方位支持。透过金融、科技与制造业的协同创新，香港有潜力成为亚太地区绿色经济发展的枢纽，推动区域碳中和进程。

我们深知中小企在理解和遵守复杂的碳法规方面常面临重大挑战，尤其当面对全球多元市场时。是次推出两册《碳管理实务指南》将国际标准、欧盟 CBAM 法规与港资制造企业实际需求相结合，通过将复杂要求分解为清晰可行的步骤，辅以实际案例和行业见解，赋予中小企必要的知识，使其能够平稳过渡至低碳营运，同时保持效率与竞争力。我们深信，在区域绿色转型的趋势下，率先建立科学、系统化的碳管理体系，将能赢得市场先机，巩固香港制造业在全球价值链中的战略地位。

工总将继续与业界并肩同行，协助企业迎接绿色转型挑战，把握机遇。我们期待透过两册《碳管理实务指南》，为香港制造业提供清晰指引，助力企业在碳中和时代持续发展壮大，同时为实现国家碳达峰碳中和目标及全球可持续发展作出积极贡献。

林世豪

工总主席

2025 年 8 月

当前，随着气候变化挑战加剧，环境、社会及管治（**ESG**）议题正获得前所未有的关注。全球各国政府对**ESG**的监管压力亦大增，尤其是欧盟近年实施「碳边境调节机制」（**CBAM**）并征收碳关税。作为高度开放的外向型经济体，港资制造商将不可避免地面临碳监管挑战。对中小企而言，碳管理必须成为企业决策与日常营运中不可或缺的一环。

香港工业总会早于 2021 年成立「环境、社会及管治委员会」（**ESG** 委员会），致力促进工业界参与香港达至 2050 年前碳中和的目标，并透过能力建设、知识交流及培育工业**ESG**人才，助工业界实践**ESG**管理。为协助业界强化碳管理能力，在工业贸易处工商机构支援基金拨款支持下，我们委托香港大学气候与碳中和研究中心展开「促进港资制造企业供应链的环境、社会 and 管治合规管理」计划，包括举办亚太区中小企**ESG**峰会、编撰两本《碳管理实务指南》，以及开发碳管理网上平台，协助企业以实际行动应对日益严谨的监管要求。

是次推出两册《碳管理实务指南》，专为港资制造业在亚太区内的生产链及供应链而设，适合决策层、营运部门以及绿色专业人员阅读，着重可操作性与落地应用，旨在为业界提供「手把手」的实用指引。《碳管理实务指南：实现香港与内地碳中和及可持续发展目标》（《通用碳管理指南》）聚焦企业内部管理，介绍国际标准和体系，细述如何建立及优化碳管理体系、精准掌握碳数据并落实减排行动；《碳管理实务指南：应对欧盟碳边境调整机制（**CBAM**）》（《欧盟**CBAM**指南》）则专注解析钢铁与铝两大**CBAM**涵盖行业的合规要求及应对做法，涵盖排放计算、数据收集、报告与核查等核心环节，并辅以案例分析。两本指南相辅相成，前者着重内部能力建设与长远转型，后者提供针对**CBAM**的专项分析与应对策略，为香港制造业在日益严格的国际环保要求下构建完善的**ESG**管理体系，提供系统蓝图与行动方案。

尽管国际碳管理趋势收紧为制造业带来重大挑战，但若能及早为相关法规与监管做好准备，将可转化为竞争优势。工总期望透过推出两册《碳管理实务指南》，提升业界对国际碳规管的关注度，协助企业及早建立完善的碳管理系统，将挑战化为机遇，并推动更绿色、更具韧性的供应链，持续巩固香港制造业在全球市场的竞争地位。

陈婉珊

工总常务副主席

「促进港资制造企业供应链的环境、社会和管治合规管理」

项目督导委员会主席

周治平

工总常务副主席

工总环境、社会及管治委员会主席

2025 年 8 月

第一章：引言

1.1 本指南的目的：提供一份实用且可操作的路线图

随着世界向低碳经济转型，碳管理已成为一项关键的企业要务。香港制造业企业，特别是构成香港制造业支柱的中小企，必须掌握必要的知识和工具，以应对不断变化的法规，提升竞争力，并推动可持续增长。本指南旨在为中小企开启其碳管理旅程提供一份实用且可操作的路线图，实现以下目标：

- **支持香港制造业企业进行碳管理：**本指南提供可行的洞见和实用的步骤，帮助香港制造业企业建立或加强其碳管理体系，协助测量、监测和减少其碳排放，从而符合全球可持续发展目标，并通过环保运营获得竞争优势。
- **加强对现有及未来碳法规的合规能力：**本指南在侧重于通用碳管理方略的同时，也为香港制造业企业应对现有及未来潜在法规（如欧盟碳边境调节机制 (CBAM)）做好准备。我们会介绍精确管理及报告碳排放的策略，确保港资制造业企业有能力准备应对潜在的合规需要。
- **促进碳中和与可持续发展：**透过实践碳管理和脱碳相关措施，港资制造业企业可以在香港、中国内地乃至更广泛的亚太地区为实现区域碳中和目标发挥更大作用。这有助于实现如《巴黎协议》等全球气候承诺，并将香港制造业企业定位为可持续制造领域的领导者。

1.2 本指南的编纂方法

本指南透过全面的方法编纂而成，结合了对全球碳计量和报告标准的文献综述，以及对具代表性的港资制造业企业进行了深入访谈和实地考察，以了解他们的

基本能力并识别技术差距，同时透过与其他制造业公司、行业协会和学术界持份者的会议收集意见。

本指南中的案例研究虽使用虚构名称，但融入了我们访谈中的真实例子，准确反映了港资制造业面对可持续发展倡议的挑战和机遇。

1.3 本指南的目标读者

本指南的主要读者包括：

- **所有制造业领域的香港制造业企业：**

本指南与所有香港制造业企业相关，无论其所在行业目前或即将是否受到碳相关机制的规管。寻求减少碳排放、提升可持续性并为未来法规做准备的制造商会发现本指南极具价值。

- **供应链合作伙伴和持份者：**

除制造商外，本指南对于有兴趣了解碳排放对制造过程的影响以及其对全球贸易更广泛影响的供货商、行业协会和持份者也同样有用。

本指南旨在赋能各层级的香港制造业企业，使其能够采取积极措施进行碳管理，确保在不断变化的全球市场中保持竞争力和可持续性。

1.4 如何阅读本指南

这本综合性指南的结构旨在通过其各个章节提供可行的见解和详细的指导。以下是根据不同目标读者划分的内容大纲：

	战略层： 高层管理人员	运营层： 生产、供应链、研发、信息技术部门	专业层： 碳/能源/环境、健康与安全/ESG 专家
第二章：碳管理的迷思与关键问题： 解释「碳足迹」、碳管理体系、核查和全球趋势等核心概念。	建议略读本章以了解基础知识。	建议略读本章以了解基础知识。	阅读全部内容，并成为您机构内的倡导者。
第三章：给高层管理人员的战略建议： 提供关于战略、决策偏误和碳管理标准的指导。	阅读全部内容。本章专为您设计。	建议略读本章以理解战略思路。	阅读全部内容，以了解如何使技术提案与管理层的决策过程保持一致。
第四章：机构层面的碳监测、报告和核查： 基于 ISO 14064-1，为建立机构温室气体清单提供分步指引。	建议略读本章以了解其流程。	生产、供应链和信息技术团队应阅读本章，因为他们是关键的数据提供者和执行者。	阅读全部内容。这是您的核心技术指南。
第五章：碳减排的战略与运营： 涵盖利用 ISO 14001、ISO 50001 和生态设计等框架的实用减排策略。	建议略读本章以了解可行的减排策略。	阅读全部内容。本章为您的部门提供了实用策略。	阅读全部内容，以指导减排策略的实施。
第六章：中小企路线图与案例研究： 介绍关于建立碳管理体系、能源管理和供应链脱碳的实际案例。	建议至少略读其中一个案例研究。	至少阅读一个与您领域相关的案例研究，以了解实际应用。	阅读全部内容，以了解实际应用和挑战。
第七章：制造业中小企碳管理的轻量级数字化解决方案： 重点介绍使用低成本的数字化工具来简化碳管理流程。	建议略读本章以了解低成本方法。	信息技术和供应链团队应阅读本章，以识别和实施实用的数字化工具。	阅读本章，以推荐和支持使用这些工具。

第二章：碳管理的迷思与关键问题

中小企在开启其可持续发展征程时，常常对碳管理的一些关键问题和迷思感到困惑。

2.1 甚么是「碳」或「碳足迹」？

「碳」的定义：

在碳和温室气体 (GHG) 管理的语境中，「碳」通常指二氧化碳 (CO₂) 排放，以及其他温室气体，如甲烷 (CH₄)、一氧化二氮 (N₂O) 和氟化气体，包括直接排放和间接排放：

- **直接排放**是指由提交报告的机构直接拥有或控制的排放源所产生的排放，例如在现场机械中燃烧燃料所产生的排放。
- **间接排放**则是指因公司的活动而产生，但发生在由另一机构拥有或控制的排放源的排放，包括使用电力和其他输入能源所产生的排放，以及上游和下游活动所产生的排放。监测这些间接排放至关重要，因为它们占公司总碳排放的很大部分，是制订全面减排战略的关键。

注意：除非另有明确说明，术语「碳」 (Carbon) 和「温室气体」 (GHG) 旨在表达相同的概念，可互换使用。

澄清「碳足迹」：

「碳足迹」一词可能因其不同的解释而产生误导。根据语境和目的，它可以代表不同的报告范围和计算方法。

对应不同的标准或法规，「碳足迹」通常有 4 个量化和报告的层面：

量化和报告层面	常用标准或现行法规（示例）
机构层面： 对整个机构的排放进行量化和报告。	ISO 14064-1, 温室气体核算体系 (GHG Protocol)
项目或活动层面： 与特定项目或活动相关的排放。	ISO 14064-2, 温室气体核算体系：项目核算标准 (The GHG Protocol for Project Accounting)
产品层面： 产品生命周期内的排放，称为产品碳足迹 (PCF)。	ISO 14067, 产品生命周期核算与报告标准 (The Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard)
特定法规范围	欧盟排放交易体系 (EU ETS), 欧盟碳边境调节机制 (EU CBAM) 等

这些碳足迹定义在监测范围、特定排放源的量化方法、数据要求等方面各不相同。详情请参阅第 2.2 节。

- 将欧盟排放交易体系 (ETS) 机制下的一个设施的碳排放，与其竞争对手根据《温室气体核算体系》在其 ESG 报告中披露的总碳排放进行比较，会因范围和方法学的不同而导致误解。
- 同样，基于 ISO 14067 计算的产品的「产品碳足迹」，与该产品在 CBAM 下的「特定隐含排放」也存在显著差异。

提示栏： 我们建议使用具体术语而非泛泛的「碳足迹」，以避免混淆。在使用「碳足迹」一词时，应仅指基于 ISO 14067 或类似生命周期评估 (LCA) 方法学计算的「产品碳足迹」。

2.2 什么是「碳管理体系」？

碳管理体系 (CMS) 是一套帮助公司追踪和减少其产生的温室气体的指导方针和工具。这个定义不难理解；但目前并没有一套适用于全球与碳管理对应的管理

体系标准，而是根据环境管理体系（如 ISO 14001）管理，并透过专门的碳排放核算标准（如 ISO 14064-1）作量化和报告。

以下是一个简单的解释：

- **一个管理排放的系统：** 碳管理体系就像一张路线图，指导公司如何使用像 **ISO 14064-1**（或《温室气体核算体系》）这样的标准作量化和报告，从而测量、管理和降低其碳排放。这标准提供了既定步骤，例如：
 - 收集关于公司在何处以及排放多少温室气体的信息。
 - 计算总排放量。
 - 设定减少这些排放的目标。
- **与管理体系整合：** 由于 **ISO 14064-1** 只是一个量化和报告的标准，碳管理体系通常建立在现有的环境管理体系 (EMS)（如 ISO 14001）和能源管理体系 (EnMS)（如 ISO 50001）之上，并与之紧密整合，确保碳管理成为公司日常运营的一部分。
- **持续改进：** 就像改进业务的任何其他方面一样，碳管理体系帮助您在碳管理方面不断进步。您需要：
 - 制订一个减排计划。
 - 将该计划付诸实施。
 - 检查其是否有效。
 - 如果无效，则调整您的计划。
- **提前规划：** 在 ISO 14064-1 的指导下，碳管理体系可以帮助您：
 - 找出公司在哪些环节产生最多的排放。
 - 设定切合实际的减排目标。

- 设计实现这些目标的方法。
- 遵守政府设定的规则或自愿性承诺。
- **让每个人都参与进来：** 这不仅仅是您公司自己的事；它关乎与从员工到供货商和客户的每一个人合作，共同减少排放。
- **保存记录：** 您需要妥善保存关于您的排放、您正在采取的措施以及进展情况的记录。这对于以下方面很重要：
 - 管理您的内部业务。
 - 向投资者或监管机构等其他相关方报告。
 - 接受外部审核员的检查，以确保您做得正确，并符合像 ISO 14064-1 这样的标准。
- **核查和认证：** 虽然不是强制性的，但您可以让外部机构使用 ISO 14064-1 来检查您的工作，以确保您正确地计算排放，及确认您的减排计划是否奏效。
- **为何对您的业务有益：**
 - **节约成本：** 通过更有效地使用能源和资源，您可以降低成本。
 - **提升声誉：** 人们和企业都喜欢与关心环境的公司合作。
 - **保持合规：** 它帮助您遵守规则，并为未来与碳相关的法律或税收做好准备。
 - **改善供应链：** 它鼓励您的供货商和客户也减少排放，使整个供应链更加绿色。
 - **管理风险：** 它帮助您为气候变化带来的变革做好规划。

简而言之，一个基于 ISO 14064-1 进行量化和报告（或辅以《温室气体核算体系》）并进行更广泛管理战略的碳管理体系，是公司管理其碳排放的实用方法。本指南将向中小企展示如何利用这些标准建立或改进其碳管理体系，以获其益。

2.3 您的努力和成就如何获得认可：核查

核查是验证和确认您公司碳管理工作的过程。以下是它们如何运作以及能实现的成果：

- **涉及内容：** 核查是对您公司的温室气体排放数据、计算和减排声明的独立评估。通常由外部、经认可的核查机构或审核员进行。
- **基于标准：**

核查可以依据以下标准进行：

- **ISO 14064-3：** 该标准为温室气体声明的核查和确认提供了指南。确保机构所做的数据和声明是准确、完整且与用于量化的标准一致。
 - **《温室气体核算体系》：** 虽然它本身不是一个核查标准，但许多公司将其与 ISO 14064-3 一同使用，以确保其排放数据符合国际最佳实践守则。
 - **产品碳足迹 (PCF)：** 基于 ISO 14067 的产品碳足迹核查，可以确认与产品生命周期相关的碳排放。
 - **环境产品声明 (EPD)：** EPD 的核查提供了一种标准化的格式来展示产品的环境影响。EPD 可以将 PCF 作为其环境影响类别之一。
- **结果：**

一份核查报告将：

- 确认您提供排放数据的准确性。
- 验证您的减排声明。
- 识别任何差异或需要改进的领域。
- 就数据的可靠性提供一定水平的保证（有限保证或合理保证）。

- **成果：**

核查可以帮助实现：

- **可信度：** 透过提供外部验证，增强您碳管理工作的可信度。
- **法规合规：** 某些法规或自愿性项目可能要求进行核查，以确保符合排放报告要求。
- **投资者和持份者的信心：** 经核查的数据对投资者、客户和其他持份者来说更值得信赖。
- **遵守 ETS 和 CBAM：** 核查对于遵守像欧盟 ETS 这样的排放交易体系至关重要，因为交易需要准确的数据；对于碳边境调节机制 (CBAM) 也很关键，因为进口商品的碳含量必须经过核查。

总而言之，核查是展示您的碳管理体系或产品环境影响的有效性和完整性的关键步骤。通过遵守像 ISO 14064-1、ISO 14067、ISO 14068-1 等公认标准，您的公司不仅能确保符合法规或客户要求，还能通过展示您对可持续发展的承诺，在市场上获得竞争优势。本指南将深入探讨中小企如何驾驭这些过程以最大化其效益。

2.4 大趋势：碳合规和碳定价要来了吗？

全球碳管理格局正在迅速演变，由几大趋势驱动，这些趋势预示着向强制性碳合规和碳定价机制的转变：

- **环境意识增强：** 公众对气候变化的意识达到了前所未有的高度。消费者、投资者和持份者越来越要求公司采取积极措施减少其碳排放。
- **监管压力：** 世界各国政府正在加紧努力应对气候变化：
 - **排放交易体系 (ETS)：** 像欧盟 ETS 和其他体系正在扩展，越来越多的国家和地区采用总量管制与交易制度 (Cap and Trade) 来限制碳排放。
 - **碳税：** 一些国家正在实施或考虑征收碳税，以将碳排放的成本内部化，让污染者为其环境影响付费。
 - **碳边境调节机制 (CBAM)：** 欧盟已引入 CBAM，通过对来自气候政策较宽松国家的进口商品征收碳成本，以防止碳泄漏。此举不仅鼓励更多国家考虑实施类似 CBAM 的机制，也促使更多国家建立或扩大其国内的 ETS，以避免 CBAM 带来的额外成本。
 - **强制性报告：** 像《欧盟电池法规》这样的法规强制要求公司报告其碳足迹，推动了碳排放的更高透明度。
- **企业行动：**
 - **自愿碳市场：** 公司正自愿参与碳市场，以抵消其排放并实现可持续发展目标。
 - **科学碳目标倡议 (SBTi)：** 越来越多的公司根据最新的气候科学研究倡议，承诺设定以科学为本的减碳目标。

- **技术进步：** 在碳捕获和储存、可再生能源和能源效率方面的创新，使得公司减少碳足迹较以前更容易及更合乎成本效益。
- **投资者压力：** 机构投资者在投资决策中越来越多地考虑环境、社会 and 治理 (ESG) 因素，尤其关注碳风险。这一趋势正推动公司更积极地管理其碳排放。
- **供应链要求：** 大型企业正在对其供货商施加减碳要求，在整个供应链中产生连锁反应，推动中小企遵守碳管理标准。
- **消费者需求：** 具有生态意识的消费者正在根据产品的环境影响选择产品和服务，这可以影响企业行为，促使其减少碳排放。

这对中小企意味着甚么：

- **合规：** 中小企可能会面临越来越多的监管要求，需要报告、管理和减少其碳排放。遵守这些法规将成为继续经营和进入市场的必要条件。
- **成本影响：** 无论是通过税收还是交易，碳定价机制都将增加碳密集型活动的成本，激励中小企减少排放或投资于碳抵消。
- **竞争优势：** 积极管理其碳足迹的公司可以获得竞争优势，吸引具有生态意识的消费者，并获得专注可持续发展投资者的资金。
- **机遇：** 中小企可以在减碳技术、可再生能源解决方案以及为其他企业提供碳管理服务方面找到新的商机。

碳合规和碳定价不仅仅是新兴趋势，它们正成为商业格局中不可或缺的组成部分。中小企应通过了解其影响、调整其商业策略，从向低碳经济转型受益，做好准备应对变化。本指南将为中小企有效应对这些大趋势提供实用步骤。

2.5 相关标准简介

对于许多公司特别是中小企而言，管理碳排放似乎是一项艰巨的任务，但有了正确的标准，它就变成了一个结构化且可管理的过程。这些标准透过通用的语言、方法学和框架，有助于量化、报告和减少您的碳排放。透过遵循这些标准，公司可以：

- **提高运营效率：** 像 ISO 9001、ISO 14001 和 ISO 50001 这样的标准有助于精简流程、减少浪费和优化能源使用，所有这些都有助于降低碳排放。
- **确保可信度和透明度：** 像 ISO 14064 和《温室气体核算体系》这样的标准提供了一种准确测量和报告排放的方法，确保结果对持份者来说是可核查和可信的。
- **满足法规要求：** 对于进入欧盟市场的某些行业的公司来说，遵守像欧盟 CBAM 这样的标准可能是强制性的。
- **设定宏伟目标：** 像 SBTi 这样的倡议有助于设定基于科学的目标，确保您的减碳努力与全球气候目标相符。
- **展示环境影响：** 像 ISO 14068-1 这样的标准允许清晰地展示您机构的碳中和状态，能吸引具有生态意识的消费者和投资者。

企业基础的碳相关管理体系：

- **ISO 9001：质量管理体系**
 - **目标：** 通过有效的管理体系，建立一个提高质量和客户满意度的框架。
 - **与碳管理的相关性：** 虽然目前版本没有明确涉及碳，但 ISO 9001 提供了一种管理流程的结构化方法，其中可以包括碳管理实践。

它鼓励持续改进，这可以应用于减少碳排放。需要特别注意的是，有消息称，ISO 9001 可能会在 2026 年进行改版，并将气候变迁的应对纳入到该标准中，要求机构对气候风险及其影响进行评估。

- **ISO 14001：环境管理体系**

- **目标：**通过系统化的环境管理方法，专注于提高环境绩效。
- **与碳管理的相关性：**ISO 14001 为环境管理体系设定了要求，该体系可以涵盖碳管理。它促进识别重要的环境因素，包括温室气体排放，并推动公司设定和实现环境目标。

- **ISO 50001：能源管理体系**

- **目标：**提供一个建立必要的体系和流程的框架，以提高能源绩效，包括能源效率、使用和消耗。
- **与碳管理的相关性：**通过更有效地管理能源，公司可以显著减少其碳排放。ISO 50001 帮助机构建立能源效率政策，识别重要的能源使用，并设定改进目标。

碳量化、报告和合规的基础标准：

- **ISO 14064-1 和《温室气体核算体系》：量化、核查和报告**

- **ISO 14064-1：**规定了在机构层面量化和报告温室气体排放和清除的原则和要求。它为如何向持份者报告温室气体排放提供了指导。
- **《温室气体核算体系》：**由世界资源研究所 (WRI) 和世界可持续发展工商理事会 (WBCSD) 开发，这些核算体系为核算和报告温室气体排放提供了指引。许多公司使用《温室气体核算体系》来补充 ISO 14064-1，因为它为范围三排放提供了详细的指引。

- **ISO 14064-2：项目层面的温室气体量化和监测**
 - **目标：** 为在项目层面量化、监测和报告温室气体减排或清除提供指引。
 - **与碳管理的相关性：** 该标准对于参与碳抵消项目或寻求证明特定倡议减排量的公司至关重要。
- **ISO 14067：产品碳足迹**
 - **目标：** 提供一个量化和展示产品（包括商品和服务）碳足迹的框架。
 - **与碳管理的相关性：** ISO 14067 使公司能够评估其特定产品在整个生命周期（从原材料提取到处置或回收）中的碳影响，结果可供产品设计、供应链管理及与消费客户沟通时展示。
- **PAS 2060 和 ISO 14068：碳中和**
 - **PAS 2060 / ISO 14068：** 证明碳中和的规范，为实现和证明碳中和提供了要求。
 - **与碳管理的相关性：** 这些标准指导机构量化、减少和抵消其碳排放，确保碳中和的声明是可信和可核查的。
- **排放交易体系（以欧盟 ETS 为例）**
 - **欧盟 ETS：** 全球第一个主要碳市场，它为体系内设施可排放的某些温室气体总量设定了上限。公司可获得或购买排放配额，如果其排放量低于其上限，就可以进行交易。
 - **与碳管理的相关性：** ETS 鼓励以符合成本效益的方式减少排放，因为它鼓励企业投资于更洁净的技术或碳抵消。

- **碳边境调节机制（以欧盟 CBAM 为例）**
 - **欧盟 CBAM**：政策旨在通过对来自气候政策较宽松国家的进口商品征收碳成本，防止碳泄漏，确保欧盟产业能在公平环境竞争，并鼓励全球碳定价。
 - **与碳管理的相关性**：CBAM 推动公司考虑其全球供应链的碳强度，鼓励国内外公司减少排放。
- **科学碳目标倡议 (SBTi)**
 - **目标**：倡议旨在推动公司根据最新气候科学研究，设定宏大目标减少温室气体排放。
 - **与碳管理的相关性**：SBTi 为公司提供了一个框架，使其减排努力与《巴黎协议》的目标保持一致，确保碳管理战略有科学的基础，并为全球气候努力贡献。

总而言之，这些标准和体系为中小企管理、量化、报告和减少其碳足迹提供了一个稳健的框架。遵守这些标准可以帮助公司实现合规，获得竞争优势，并为应对全球气候变化的努力做出贡献。本指南将深入探讨中小企如何在其运营中有效实施这些标准。

第三章：给高层管理人员的战略建议

3.1 碳管理的关键：第二章总结

为香港制造业企业的碳管理工作导航：

- **标准与合规：** 碳管理涉及遵守各种标准，如 ISO 9001、ISO 14001、ISO 50001、ISO 14064、ISO 14067 等。这些标准为量化、报告和减少排放提供了结构化的方法，确保您的碳管理工作成果具可信度和透明度。
- **核查与可信度：** 核查涉及评估温室气体数据的准确性，确认您报告的排放数据是准确、完整且与公认标准（如 ISO 14064-1）一致，证明您的碳管理成果是可信和可靠的。
- **大趋势：** 在环境意识、ETS 和 CBAM 等法规压力、全球协议以及投资者和消费者需求的推动下，碳合规和定价机制正在兴起。中小企需要预见这些趋势并为合规做好准备，以维持市场准入和竞争力。

给高层管理人员和各部门的实施建议：

- **管理体系整合：** 将碳管理整合到现有的管理体系中。例如质量管理 (ISO 9001) 可以调整以包含碳指标，确保减碳成为持续改进过程的一部分。
- **跨部门协作：** 碳管理不应是孤立的。让运营、采购、产品开发和市场营销等部门参与进来，以确保采用全面的方法。例如，采购部门可以专注采购低碳材料，而市场营销部门可以有效地传达您为可持续发展作出的努力。
- **培训与意识：** 培训员工并强调碳管理的重要性。使用实际例子来说明他们的日常活动如何影响碳排放，鼓励他们为减排工作做出贡献。

- **数据管理：** 建立稳健的数据收集系统，以准确追踪排放。这可能涉及实施软件解决方案或与外部顾问合作以确保数据完整性。
- **与持份者互动：** 定期向包括员工、供货商、客户、投资者和监管机构在内的持份者介绍您的碳管理战略、进展和成就，以建立信任和可信度。

3.2 在碳或可持续发展相关决策中的常见偏误

在制订碳管理战略时，高层管理人员常常会遇到一些可能扭曲决策的偏误：

- **短期主义 (Short-termism)：** 注重实时财务回报，而非长期的可持续发展效益。

示例： 一家公司决定不投资于仓库的节能照明，因为初始投资高，尽管长期来看可以节省能源成本并减少碳排放。

- **过度自信偏误 (Overconfidence Bias)：** 认为目前的努力已经足够，或者未来的法规将不如预期的严格。

示例： 一个管理团队认为他们目前的减排努力已经是「行业最佳」，因此忽视了进一步改进的必要性，尽管有证据表明竞争对手正在取得更显著的进展。

- **确认偏误 (Confirmation Bias)：** 寻找证实现有信念或战略的信息，而忽略与之相矛盾的数据。

示例： 一家公司的领导团队寻找证据支持其“最少资源投入”措施来满足碳合规要求，而忽略了那些表明政府正在制订颠覆性政策的情报。

- **风险规避 (Risk Aversion)：** 由于感知到的风险或不确定性，对投资于新技术或新运作模式过于谨慎。

示例： 一家企业因担心技术的可靠性而决定不投资于太阳能电池板等可再生能源，即使长期效益可以显著减少其碳足迹和能源成本。

- **群体思维 (Groupthink)：** 遵从管理团队内部的共识，导致在可持续发展方面做出次优决策。

示例： 在一次管理层会议上，一位高管提出他们所在的行业并未受到碳法规的显著影响，所有人都迅速表示同意，没有批判地评估这一说法或探讨其他观点，导致达成的共识可能无法反映法规趋势的现实。

总结： 为克服这些偏误并做出明智的决策，高层管理人员必须考虑引入适当的准则，并遵循有规范的决策步骤。

3.3 碳管理战略的考虑标准及案例

内部准则：

- **成本效益分析：**

行业示例（化工产品）： 投资于电气化生产设备可能初期成本较高，但长期来看可以节省燃料成本，并符合未来的排放法规。

- **运营效率：**

行业示例（钢铁）： 采用节能设备可以减少能源消耗，从而降低碳排放和运营成本。

- **企业文化与员工参与：**

在实务中，这些准则并不是个别存在，而是相互交织，综合构成一个完整的战略布局。

以一家中型制造企业为例，该企业正在评估一项重大的资本投资：将升级主生产线使其更高效、更节能。

内部标准立即发挥作用。财务部门进行**成本效益分析**，权衡高昂的前期成本与预期因能耗减少和维修需求降低而节省的长期成本。与此同时，运营团队评估其对**运营效率**的影响，他们注意到新生产线可以在将单位能耗降低 30%的同时，将产量提高 15%。这项决策也触及**企业文化**；这项投资表明了公司对现代化和可持续发展的承诺，这可以提升员工士气并吸引新的人

行业示例（电子产品）：鼓励重用和回收以减少浪费，可以培养可持续发展的文化和员工的参与感。

外部标准：

- **法规合规与预判：**

行业示例（铝业）：预判并为像 ETS 或 CBAM 这样的碳定价机制做准备，可以减轻财务风险和合规问题。

- **市场需求与消费者偏好：**

行业示例（时尚业）：采取可持续实践的品牌可以吸引具有生态意识的消费者，从而可能获得市场份额。

- **投资者与持份者的期望：**

行业示例（科技业）：科技公司也有越来越多人期望科技公司报告碳排放，这影响了投资决策并吸引了专注于 ESG 的投资者。

- **创新与竞争优势：**

行业示例（食品）：开发和推广碳智能农业生产模式，不仅可以

才，尽管它也可能需要实施再培训计划，而这些都必须纳入总体规划中考虑。

然而，决策不能仅仅依据内部指标。管理团队还必须叠加考虑**外部标准**。他们认识到**法规合规**是一个动态目标；虽然他们目前的运营符合现行标准，但预见到未来五年可能出现更严格的排放上限或潜在的碳税，使得这项投资成为一项审慎的风险规避策略。此外，他们最大的客户——一些主要的国际品牌——正日益严格地审查其供货商的环境绩效，作为其自身范围三排放目标的一部分。这种直接的**市场需求**使得升级成为维系关键业务关系必需的举措。这一点又因**投资者和持份者的期望**而得到加强，因为该公司正寻求从专注于**ESG**的基金中吸引资本。通过进行这项投资，公司不仅提高了内部效率，还创造了强大的**创新和竞争优势**，使其能够在竞争激烈的全球市场中，将自己定位为一个具有前瞻性的、可持续的合作伙伴。

最终，最具战略性的举措是那些能够同时满足内部和外部标准的举措。生产线升级不再仅仅是一项运营或财务决策，它已成为一项战略要务，将成本节约和效率目标与来自法规、客户需求和投资者审视的外部压力结合起来。通过系统地依据这些标准，高层管理人员可以超越简单的成本分析，做出一个全面的决策，从而长期巩固公司的财务、运营和市场地位。正是这种

减少排放，还可以将公司定位为可持续食品领域的领导者。

全面的评估过程，将碳管理从一项合规负担转变为一个战略机遇。

3.4 采用评级系统的决策过程

为了有效应对常见的决策偏误并妥善管理碳排放的复杂问题，建立系统化的决策流程至关重要。这样的框架能帮助企业摆脱被动应对的局面，转而主动出击，实施连贯且具前瞻性的战略。以下介绍采用评级系统的决策过程，正是为弓大建立这种系统而设计的。它确保决策建立在预先设定的标准上，而非凭直觉或受内部关系影响，从而使决策过程更加客观、透明且经得起推敲。透过系统地评估各个选项，并将其与内部目标和外部压力相结合，这个流程将宏大的战略愿景转化为有序且可执行的资源分配和实施路线图。

分步流程：

1. **评估：** 使用公认标准作机构和 / 或产品层面的碳评估。
2. **定义标准：** 根据公司具体情况、行业和战略目标，定义内部和外部标准。
3. **识别战略选项：**
 - 实现碳减排「速赢」的短期行动。
 - 实施系统性变革的中期计划。
 - 转向低碳商业模式的长期方法。
4. **评级系统：**
 - **持份者输入：** 召开调查或研讨会收集持份者对每项标准的意见。
 - **专家判断：** 聘请专家根据技术可行性、影响和成本效益对各项建议举措评级。
 - **评分：** 根据以下方面为每项举措评分：

- 可行性 (1-5)
 - 对减排的影响 (1-5)
 - 成本效益比 (1-5)
 - 符合持份者期望 (1-5)
 - 合规性 (1-5)
 - 创新潜力 (1-5)
5. **确定优先次序：** 根据各项建议举措的总分排序，确保在不同标准之间取得平衡。
 6. **资源分配：** 根据优先排序的举措分配资源，考虑财务、人力和技术需求。
 7. **监测与报告：** 建立持续监测和开诚报告进展的机制。
 8. **持续改进：** 根据新的数据、技术和法规变化，定期审查和更新战略。
 9. **与持份者沟通：** 制订沟通计划，让持份者了解您的碳管理战略、进展和影响。

透过运用这套评级系统的决策过程，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决策，有效降低决策偏误的影响，同时确保所采取的策略既符合企业内部目标，又能满足外部各方期望。

第四章：机构层面的碳监测、报告和核查

在机构层面监测、报告和核查 (MRV) 碳排放，对企业了解并管理其对环境的影响、符合新兴法规要求以及满足持份者期望，至关重要。

本章遵循 ISO 14064-1 的框架和内容，并辅以《温室气体核算体系》关于范围三排放的补充指引，为碳排放计量提供一套系统化的方法。

4.1 建立管理层承诺和组织架构

管理层会议：

- **目的：** 讨论碳管理在机构内部的重要性，建立明确的目标，并获得高层管理人员的承诺。
 - **议程：**
 - 审视当前的环境影响和法规格局。
 - 讨论碳管理的好处（例如，节约成本、法规合规、竞争优势、品牌提升）。
 - 设定碳减排的战略目标。
 - 承诺领导层将提供资源分配和支持。
- **承诺：** 确保高层管理人员：
 - 理解碳管理的必要性。
 - 承诺将碳管理融入公司的战略。
 - 同意为碳量化和减排工作分配必要的资源（财务、人力、技术）。

碳管理团队：

- **团队组建：**
 - **成员构成：** 团队成员应来自不同部门，如生产、研发、供应链 / 采购、财务、市场营销以及可持续发展 / ESG / 环境健康安全 (EHS) 部门，以确保采用全面的方法进行碳管理。
 - **角色：**
 - **碳管理协调员：** 监督整个碳管理过程。
 - **数据收集员：** 负责收集和整理排放数据。
 - **报告专员：** 编写报告并确保碳报告的透明度。
 - **可持续发展倡导者：** 在各自部门内担任可持续发展的大使。
- **职责：** 明确定义每个团队成员的职责，以确保在执行碳管理战略时的问责制和效率。

融入组织架构：

- **政策制订：**
 - 制订或修订公司的环境政策，明确包括碳管理目标，并在适用时遵从 ISO 14001。
 - 将碳管理纳入公司更广泛的可持续发展战略。
- **沟通策略：**
 - **内部沟通：** 确保所有员工都理解公司对碳管理的承诺。使用内部渠道，如公司通讯、内部网络和会议来传播信息。
 - **培训与意识：** 开展培训课程，教育员工关于碳管理的实践、他们的角色以及他们如何为实现公司目标做出贡献。

- **激励与认可：**

- 设立项目以认可和奖励对碳减排工作有重大贡献的部门或个人，从而培养可持续发展的文化。

- **监测与评审：**

- 设立定期评审会议，以评估碳减排目标的进展情况，并据此调整战略或资源分配。

透过争取管理层的坚定承诺，并建立专门负责碳管理的组织架构，中小企不仅可以启动相关工作，更能确保这些工作持续推进并融入企业日常运作。这一基础步骤对于成功实施碳排放监测、报告和减排活动，至关重要。

4.2 设定机构边界

设定碳排放的机构边界主要有两种方法：**运营控制权**和**财务控制权**。这些方法有助界定哪些排放应被纳入公司的碳清单，确保碳量化方法清晰且一致。

运营控制权：

- **定义：** 如果公司有权在某个设施或运营中引入并实施其运营政策，那么该公司就对相关排放负责。

示例： 一家制造业企业可能拥有并运营其生产线、仓库和公司车辆，这些运营活动便处于其控制之下。

财务控制权：

- **定义：** 如果公司有财务能力主导某项运营的政策，以期从其活动中获得经济利益，那么该公司就对相关排放负责。

示例：一家全资拥有一家子公司的公司，将核算该子公司 100%的排放量。

设定机构边界的步骤：

- 1. 识别运营活动：**列出所有受公司控制或拥有的运营、设施和活动。
- 2. 选择合并方法：**决定采用以下哪种方法：
 - **运营控制权：**包含公司拥有控制权的所有运营活动产生的排放。
 - **财务控制权：**包含公司拥有财务控制权的所有运营活动产生的排放。
- 3. 记录理由：**为所选的边界提供理由：
 - **选择运营控制权的常见理由：**之所以选择此方法，是因为它与公司管理其运营的方式一致，确保了所有受公司直接影响的活动所产生的排放都被核算在内。
 - **选择财务控制权的常见理由：**之所以选择此方法，是为了反映公司的财务利益，这对于拥有复杂所有权结构或合资企业的公司尤其有用。

备注：公司在某一份特定的报告中，可以选择运营控制权或财务控制权，但不能同时选择两者。为保证透明度和一致性，一旦选定一种方法，就应长期继续使用，除非公司的结构或运营发生重大变化。

通过设定清晰的机构边界，中小企可以准确地量化其碳排放，确保其碳管理工作全面、透明，并符合如 ISO 14064-1 等标准。这一步是建立基准的基础，所有碳减排战略都将针对此基准制订和衡量。

4.3 识别温室气体排放源

量化碳排放需要识别与机构运营相关的所有温室气体 (GHG) 排放源，并作分类。

以下是主要的排放范围：

直接排放（范围一排放）：

- **定义：** 来自公司拥有或控制的排放源的直接温室气体排放。
- **示例：**
 - **固定燃烧：** 在锅炉、熔炉或涡轮机中燃烧燃料以供暖、制冷或发电所产生的排放。
 - **移动燃烧：** 来自公司拥有或控制的车辆（如汽车、卡车、叉车）的排放。
 - **逸散性排放：** 从设备（如制冷剂、天然气或工业气体）中泄漏的排放。
 - **过程排放：** 来自公司运营中的化学反应或物理过程的排放（如水泥生产、化学品制造）。
 - **土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）产生的直接排放：** 指土地利用类别或内部变更致碳库（含生物量、土壤有机质等）碳储量降或排 N_2O ，及关联 CO_2 排放（依 20 年周期可选不同量化方式）。

使用输入能源产生的间接排放（范围二排放）：

- **定义：** 因使用外购/输入的电力、热力或蒸汽而产生的间接温室气体排放
- **示例：**
 - **外购/输入电力：** 与从电网购买的电力相关的发电排放。
 - **外购/输入热力和蒸汽：** 由外部供货商为公司提供热力或蒸汽所产生的排放。

其他间接排放（范围三排放）：

- **定义：** 发生在公司价值链中的其他间接排放，包括上游和下游活动。
- **类别（根据《温室气体核算体系》）：**
 - **采购的商品和服务：** 公司采购的产品和服务在生产过程中产生的排放。
 - **资本货物：** 与生产资本货物（如机械和设备）相关的排放。
 - **燃料和能源相关活动：** 燃料和能源的开采、生产和运输等上游活动产生的排放。
 - **上游运输和分销：** 采购的产品在运输和分销过程中产生的排放。
 - **运营中产生的废弃物：** 公司运营产生的废弃物在处置和处理过程中产生的排放。
 - **商务差旅：** 员工因公出差产生的排放。
 - **员工通勤：** 员工上下班通勤产生的排放。
 - **上游租赁资产：** 未包含在范围一或范围二内的租赁资产所产生的排放。
 - **下游运输和分销：** 售出的产品在运输和分销过程中产生的排放。
 - **售出产品的加工：** 第三方加工产品所产生的排放。
 - **售出产品的使用：** 售出产品在使用阶段产生的排放。
 - **售出产品的废弃处置：** 售出产品在处置或回收过程中产生的排放。
 - **下游租赁资产：** 租赁给其他实体的资产所产生的排放。
 - **特许经营：** 未包含在范围一或范围二内的特许经营业务所产生的排放。
 - **投资：** 未包含在范围一或范围二内的投资所产生的排放。

识别排放源的步骤：

1. **运营审视：** 对公司的所有运营活动进行审视 / 审核，以识别潜在的排放源。
2. **数据收集：** 收集有关燃料使用、能源消耗、差旅、废弃物产生和产品生命周期的数据。
3. **分类：** 根据控制权和所有权，将每个排放源归入适当的范围（范围一、二或三）。
4. **确定优先次序：** 识别哪些排放源对公司的碳排放影响最大，以便集中精力进行减排。
5. **文件记录：** 详细记录排放源，包括描述、数量和温室气体类型。

通过彻底识别和分类温室气体排放源，公司可以为其碳清单建立一个全面的基准，这对于制订有效的碳减排战略和根据 ISO 14064-1 及《温室气体核算体系》等标准开诚报告至关重要。

4.4 收集量化排放所需的数据

准确的数据收集是有效进行碳量化的基石，关键步骤如下：

数据来源和收集方法：

范围一排放（直接排放）：

- **公用事业账单*：**
 - **发电：** 如果制造业企业自行发电（例如，通过柴油发电机），应参照燃料账单或仪表读数来获取有关活动的燃料消耗数据。
 - **天然气：** 用于提供热力或作为原材料的天然气消耗量，可通过天然气账单追踪。

- **燃料收据***：

- **车辆燃料**：收集由公司车辆或由机器在生产过程中消耗燃料的收据。
- **固定燃烧**：为锅炉、熔炉等购买燃料的记录或任何未与燃料账单关联的其他记录。

** 在实务中，企业通常会保存账单、发票以及现场抄表记录（包括在线系统数据）。当各类记录并存时，应以抄表记录（即实际使用数据）为准，这是由于账单或发票可能因结算周期与实际使用时段存在时间差，导致数据出现偏差。此外，可通过交叉核对抄表记录与账单 / 发票数据，进一步校验数据的准确性与一致性。*

- **直接连接**：如果公司与能源供货商有直接管道连接（如天然气管道），仪表读数或合同协议可以提供精确的能源消耗数据。
- **逸散性排放**：
 - **制冷剂**：追踪冷却系统或空调装置中使用制冷剂的购买和处置记录，以估算逸散性排放。
- **生产过程排放**：
 - **生产流程**：监测和记录特定流程（如水泥生产、化学反应或金属冶炼）的排放。

范围二排放（使用输入能源产生的间接排放）：

- **外购电力**：
 - **电费账单**：收集电费账单，以量化与外购电力相关的排放。
 - **购电协议 (PPA)**：如果公司签订了可再生能源的购电协议，可以根据协议提供的能源量计算排放，这通常会导致较低甚至零排放。

- **外购热力和蒸汽：**

- **合同和发票：** 来自外部热力或蒸汽供货商的合同或发票数据，对于计算相关排放为必要的。

范围三排放 (其他间接排放)：

- 请参阅第 4.5 节，该节详细说明了范围三排放和数据收集的细节。

数据收集步骤：

1. 明确数据需求： 确定上一步中识别的每个排放源需要哪些数据。

2. 建立数据收集规则：

- **统一单位：** 确保所有数据都以一致的单位收集 (例如，电力用千瓦时 kWh，燃料用升 L)。
- **频率：** 决定数据收集的频率 (例如，每月、每季度、每年)。
- **责任：** 将数据收集的责任分配给特定的个人或团队。

3. 实施数据收集系统：

- **自动化系统：** 使用软件或工具自动从仪表、传感器或公用事业供货商收集数据。
- **手动数据录入：** 在必要时使用手动数据录入系统，通过复核或验证确保准确性。
- **整合：** 将数据收集整合到现有的业务流程或企业资源规划 (ERP) 系统中以提高效率。

4. 质量保证：

- **准确性：** 通过抽查或第三方验证来核实所收集数据的准确性。
- **完整性：** 确保所有相关的排放源都已涵盖，没有遗漏重要数据。
- **一致性：** 长期使用一致的方法学，以便进行年度数据的比较。

5. 数据存储和管理：

- **数据库：** 将数据存储与安全、易于进入的数据库中，方便更新和查询。
- **数据隐私：** 在处理个人或敏感信息时，确保遵守数据保护法规。

6. 与持份者互动：

- **供货商：** 与供货商互动以收集上游排放数据。
- **员工：** 鼓励员工为通勤和商务差旅提供准确数据。
- **客户：** 如适用，收集产品使用数据以估算下游排放。

数据质量和准确性：

- **一手数据与二手数据：** 尽可能使用一手数据（直接测量或收集），因为它通常比二手数据（估算或来自数据库）更准确。
- **不确定性管理：** 承认并记录数据收集中潜在的不确定性来源，有助未来改进。

企业遵循这些步骤，可以确保为碳量化收集的数据是全面、准确而且可用，从而有效地管理排放。这些数据将作为计算排放、设定减排目标和开诚报告进展的基础。

4.5 管理范围三排放

范围三排放的分类：

范围三排放，也称为价值链排放，涵盖了所有未在范围二中包含的间接排放。根据《温室气体核算体系》，它们被分为 15 个类别：

1. 采购的商品和服务：

- **描述：** 公司采购的产品或服务在生产过程中产生的排放。

- **示例：**一家家具制造商将核算其购买的木材、织物和其他材料在生产过程中产生的排放。

2. 资本货物：

- **描述：**与生产资本货物（如机械、车辆和建筑物）相关的排放。
- **示例：**制造一条新生产线或购买一批送货卡车所产生的排放。

3. 未包含在范围一或二中的燃料和能源相关活动：

- **描述：**公司购买和使用的、但未在范围一或二中核算的燃料和能源，其开采、生产和运输过程中产生的排放。
- **示例：**用于为公司电网供电的煤炭，其开采过程中的上游排放。

4. 上游运输和分销：

- **描述：**采购的产品从供货商到公司的运输和分销过程中产生的排放。
- **示例：**将原材料运送到工厂的卡车或通过货运运输货物所产生的排放。

5. 运营中产生的废弃物：

- **描述：**公司运营产生的废弃物在处置和处理过程中产生的排放。
- **示例：**垃圾填埋场分解或焚烧制造过程中产生的排放。

6. 商务差旅：

- **描述：**员工因公出差产生的排放。
- **示例：**参加会议、大会或现场考察的住宿、航班、火车旅行或租车所产生的排放。

7. 员工通勤：

- **描述：**员工上下班通勤产生的排放。

- **示例：** 员工驾驶私家车或使用公共交通工具上班所产生的排放。

8. 上游租赁资产：

- **描述：** 未包含在范围一或二中的租赁资产（如租赁的车辆或设备）所产生的排放。
- **示例：** 企业不拥有但控制其运营的租赁办公空间所产生的排放。

9. 下游运输和分销：

- **描述：** 售出的产品从公司到客户的运输和分销过程中产生的排放。
- **示例：** 将公司产品运输到零售商或最终用户的送货卡车或轮船所产生的排放。

10. 售出产品的加工：

- **描述：** 企业售出的中游产品在进一步加工过程中产生的排放。
- **示例：** 一家钢铁制造商将核算其客户将钢铁加工成最终产品时产生的排放。

11. 售出产品的使用：

- **描述：** 最终用户使用产品时产生的排放。
- **示例：** 所销售车辆使用的汽油的排放。

12. 售出产品的废弃处置：

- **描述：** 公司售出的产品在处置或回收过程中产生的排放。
- **示例：** 电子产品被弃置在垃圾填埋场或包装材料回收过程所产生的排放。

13. 下游租赁资产：

- **描述：** 租赁给其他实体的资产所产生的排放。
- **示例：** 企业出租给另一家企业的建筑物或设备所产生的排放。

14. 特许经营：

- **描述：** 未包含在范围一或二中的特许经营业务所产生的排放。
- **示例：** 如果企业是特许授权方，其快餐加盟店运营所产生的排放。

15. 投资：

- **描述：** 未包含在范围一或二中的投资（如对其他公司的股权投资）所产生的排放。
- **示例：** 有财务利益但没有运营控制权的被投资公司所产生的排放。

每个类别代表了公司价值链中可能产生排放的不同环节，从原材料的开采到售出产品的最终处置。

数据挑战：

- **复杂性：** 范围三排放涉及广泛的活动，使得数据收集复杂且耗时。
- **缺乏直接控制：** 与范围一和范围二相比，企业对范围三排放源的控制力通常较小，这使得采集数据较为困难。
- **数据可用性：** 供货商和客户可能没有或不愿意分享排放数据，导致列表中存在数据缺口。
- **估算：** 对于某些类别，公司必须依赖行业平均值、替代数据或估算值，可能会导至不确定性。
- **范围界定：** 确定哪些范围三排放是「相关的」，可能具有挑战性。
- **可变性：** 由于供货商实践、消费者行为或产品生命周期的变化，范围三活动的排放量可能会随时间显著变化。

与供货商和客户的互动：

- **供货商互动：**
 - **数据请求：** 建立清晰的沟通渠道，向供货商请求排放数据。

- **供货商发展：** 与供货商合作，通过培训或激励措施，改善其碳核算实践。
- **合同协议：** 在供货商合同中包括环境绩效条款，以鼓励减排努力。
- **客户互动：**
 - **产品信息：** 向客户提供如何以环保方式使用产品的信息，以减少使用阶段的排放。
 - **产品设计：** 在设计产品时考虑其最终处置，尽量减少处置或回收过程中的排放。
 - **市场营销：** 利用市场营销推广可持续性，鼓励客户做出更绿色的选择。
- **供应链协作：**
 - **联合倡议：** 与供应链伙伴在可持续发展项目或全行业倡议上合作。
 - **透明度：** 通过分享公司的减排目标和进展来提升透明度，鼓励他人效仿。
- **内部沟通：**
 - **培训：** 教育员工了解范围三排放的重要性，以及他们的行为如何影响这些排放。
 - **激励措施：** 实施内部计划，激励员工在日常活动或差旅中减少排放。
- **外部支持：**
 - **咨询：** 与碳管理顾问合作或使用行业工具，以帮助量化和管理范围三排放。

透过对范围三排放进行分类、应对数据挑战并与供应链互动，中小企可以更好地管理间接排放，为实现更全面的碳减排方法做出贡献。

范围三和范围一、二在数据收集方面的差异和建议：

相较于范围一和范围二的碳排放计算，范围三的核算存在显著差异与挑战。范围一主要聚焦企业自身直接产生的排放，例如工厂燃烧化石燃料产生的二氧化碳；范围二则侧重于企业消耗外购电力、蒸汽等能源产生的间接排放，两者多围绕燃料使用数据，依据成熟的排放计算方法即可完成量化。

而范围三的核算边界更为宽泛，涵盖企业价值链上下游产生的所有间接排放，包括原材料采购、产品运输、员工通勤等环节。但由于其涉及主体广、链条长，直接获取原始活动数据极为困难。**以物流运输为例**，不仅要统计各环节使用的燃料类型与消耗量，还需对不同运输方式（公路、铁路、航空）、不同承运商的排放数据进行复杂分配。在此背景下，收集运输吨公里数（tkm）及对应排放因子，通过标准化计算模型推导排放量，成为更高效可行的替代方案。

在数据获取层面，传统供应链管理系统虽能记录发货地与收货地等基础信息，但缺少运输里程、货物重量等关键数据，导致无法准确计算运输环节的碳排放。此外，员工通勤、商务差旅等企业运营相关的间接排放，也因缺乏系统性数据采集机制而难以量化。因此，企业亟需优化现有系统，将范围三核算所需数据纳入日常管理范畴，如通过打卡系统记录员工通勤方式与距离，结合年通勤天数估算个人交通碳排放；在供应链系统中增设运输里程、重量字段，完善物流环节的排放数据基础。只有构建覆盖全价值链的精细化数据收集体系，才能有效支撑范围三的科学核算与管理。

- 物流示例：
 - 您需要追踪每段运输路程的燃料类型和消耗量。
 - 您需要在不同运输模式（公路、铁路、空运）和各种承运商之间分配排放量。
 - 更有效率的替代方法是收集货运吨公里数（tkm），并在计算模型中应用标准排放因子来估算总二氧化碳当量。

- 数据系统缺口：
 - 传统供应链平台通常仅记录发货 / 收货地点，缺少运输距离和货物重量等关键字段，因此无法准确量化物流排放。
 - 同样，若无系统化的数据收集机制，员工通勤和商务差旅产生的排放也难以采集。

提升范围三数据收集的建议

1. 将范围三相关字段整合至现有企业系统：

- 在人力资源或考勤系统中，记录每位员工的通勤方式和距离。将此信息与年度通勤天数结合，使用已发布的排放系数（如 DEFRA、EPA）估算个人二氧化碳当量。
- 在供应链管理系统中，为每笔货运记录添加必填字段，包括运输距离（公里）和货物重量（吨）。

2. 采用标准化计算模型：

- 利用收集的吨公里数及特定运输模式的排放因子（公斤二氧化碳当量/吨公里），利用一致且可审计的方法计算运输排放。

3. 建立价值链全面的数据收集框架：

- 与主要供货商和物流服务商合作，获取一手活动数据（燃料使用、里程）。
- 利用物联网远程信息处理或运输管理系统（TMS）整合，实现数据馈送自动化。

只有建立精细、端到端的数据收集系统，机构才能可靠地量化和管理范围三排放，从而实现覆盖全价值链的稳健温室气体报告和有针对性的减排措施。

4.6 计算碳排放

数据收集完毕后，下一步是计算每个排放源相关的碳排放。以下是计算排放的结构：

排放计算方法学：

1. **确定活动数据：** 使用收集到的数据来确定产生排放的活动量。这可能包括：

- 消耗的燃料量（例如，汽油的升数，天然气的立方米数）；
- 用电量（千瓦时 kWh）；
- 公司车辆行驶的距离（公里）；
- 产生或处置的废弃物重量；
- 其他。

2. **选择排放因子：** 排放因子是代表每单位活动平均释放的温室气体排放量的系数。本节后面部分将提供更多细节。

3. **应用计算公式：**

- **排放量 = 活动数据 × 排放因子**
- 例如：

- **范围一：** 如果一家公司在其车队中使用了 1,000 升汽油，而汽油燃烧的排放因子是 2.3 千克二氧化碳当量/升，那么排放量将是 $1,000 \times 2.3 = 2,300$ 千克二氧化碳当量。
- **范围二：** 如果公司从电网消耗了 100,000 千瓦时 (kWh) 的电力，而电网电力的排放因子是 0.5 千克二氧化碳当量/千瓦时，那么排放量将是 $100,000 \times 0.5 = 50,000$ 千克二氧化碳当量。

4. **考虑温室气体类型：** 不同的温室气体具有不同的全球变暖潜能值 (GWP)。常见的温室气体包括：

- CO₂ (二氧化碳) - GWP 为 1*
- CH₄ (甲烷) - GWP 为 25*
- N₂O (一氧化二氮) - GWP 为 298*
- 氟化气体 (例如, HFCs, PFCs) - GWP 值各不相同, 通常远高于 CO₂

使用各自的 GWP 将所有温室气体排放量转换为二氧化碳当量 (CO₂e)。

***注意：** 此处提及的 GWP 值基于 IPCC 第四次评估报告 (AR4)，这些值在某些报告标准和协议（如欧盟排放交易体系和欧盟碳边境调节机制）下被普遍使用。然而，第六次评估报告 (AR6) 的最新数据提供了更新的 GWP 值，反映了对不同温室气体气候影响的最新科学理解。这些更新后的数值可能会有所不同，从而可能影响排放计算中使用的二氧化碳当量。公司应意识到这些变化，并考虑在未来的报告中过渡到使用 AR6 的数值，以确保与最新针对气候变化影响的科学共识保持一致。

5. 汇总排放量：

- 分别为每个排放源和范围计算排放量。
- 汇总排放量以得出范围一、范围二和范围三的总排放量。

6. 考虑不确定性：

- 承认并记录计算过程中潜在的不确定性来源，例如排放因子的可变性或活动数据的不准确性。

排放因子：

寻找排放因子来源：

- **国家清单：** 利用国家环境机构或其他机构获取特定国家的排放因子。如果国家清单未提供特定排放源的因子，公司可以考虑其他选项。

- **IPCC 指南：** 访问 IPCC 排放因子数据库，获取涵盖范围广泛的全球因子。
- **行业协会：** 参考行业特定数据库，或世界可持续发展工商理事会 (WBCSD) 或特定行业组协会发表的报告。
- **政府和非政府组织：** 使用《温室气体核算体系》等机构的资源，这些组织提供不同行业和活动的因子。
- **公用事业供货商：** 联系当地电力和天然气供货商，获取特定的排放因子。

选择正确的排放因子：

- **相关性：** 选择与您的运营、地理位置以及所使用的特定燃料或能源最相关的因子。
- **具体性：** 选择尽可能具体的因子（例如，区域性与全国性，或设备中使用的燃料类型）。
- **一致性：** 长期使用来自同一来源或方法学的排放因子，以确保排放报告的可比性。
- **已验证：** 选择经过信誉良好的机构或科学机构经过同行评审或验证的因子。
- **范围：** 确保因子涵盖了您运营相关的所有温室气体（CO₂、CH₄、N₂O 和 氟化气体）。
- **法规合规：** 使用符合强制性报告要求或如 ISO 14064-1 等标准的因子。

保持排放因子更新：

- **定期更新：** 每年或根据来源的建议，检查您使用的来源是否有更新。
- **订阅：** 订阅提供排放因子的机构的通讯或更新。
- **科学文献：** 关注科学出版物中关于排放因子的新研究。
- **数据库维护：** 如果使用软件工具，请确保该工具会自动更新排放因子或提供更新通知服务。

- **文件记录：**记录您更改排放因子的时间、原因，包括在适用时从 **AR4** 过渡到 **AR6** 数值的过程（如适用）。
- **培训：**培训团队了解使用当前排放因子的重要性，以及如何正确获取和应用它们。
- **持份者互动：**与行业同行合作或加入专为碳核算而设的工作组，以了解最佳实践和排放因子的更新。

报告和文件记录：

- 记录计算过程中使用的方法学、排放因子以及所做的任何假设。这份文件记录对于透明度和核查至关重要。

通过遵循这种方法学，公司可以准确地量化其碳排放，为设定减排目标、追踪进展以及根据 **ISO 14064-1** 等标准报告，提供坚实的基础。

4.7 不确定性与重新计算

准确的排放报告不仅在于收集数据，还在于理解过程中固有的不确定性，并制订政策来应对可能影响排放数据可比性的变化。在这里，我们深入探讨评估不确定性的方法，并建立重新计算政策，以确保贵公司的碳管理保持稳健、可信，并符合不断发展的标准和法规。

本节特别面向负责维护公司碳排放准确性和可靠性的、具有技术 / 工程背景的同事。

评估不确定性：

- **定量方法：**
 - **蒙特卡洛模拟：**使用蒙特卡洛模拟等统计方法，透过运行具有不同输入数据的多个情景来量化排放计算中的不确定性。

假设您的公司拥有一支送货车队，您正在尝试计算燃料消耗产生的排放。由于车龄、维护和驾驶条件等因素，车辆的燃油效率各不相同。通过蒙特卡洛模拟，您可以模拟具有不同燃油效率、负载重量等各种情景，以了解可能的排放结果范围。

- 。 **误差传递：** 使用误差传递公式计算来自单个来源的综合不确定性，同时考虑测量设备的精度、排放因子和活动数据的可变性。

如果您测量公司产生的废弃物重量的准确度为 $\pm 3\%$ ，而废弃物分解的排放因子的不确定性为 $\pm 15\%$ ，那么误差传递会告诉您，废弃物的总排放计算可能具有 $\pm 15.3\%$ 的不确定性（综合误差）。

- **定性评估：**

- 。 **专家判断：** 聘请专家评估数据来源和方法学的可靠性，识别潜在具有高不确定性的领域。

例如，您的公司在制造中使用一种特殊的工业气体，而这种气体的排放因子并未广泛公布。专家可能会评估，基于类似气体，该排放因子存在 **20%** 的不确定性，这将影响您排放计算的整体不确定性。

- **敏感性分析：** 分析关键输入数据或假设的变化如何影响总体排放结果，以识别关键的不确定性。

如果您的制造业企业的排放受到生产线效率的显著影响，敏感性分析将显示，如果将生产效率提高或降低 **5%**，排放量会变化多少，这有助于确定最显著的不确定性所在。

- **数据质量指针：**

- 。 **准确性：** 透过与已知基准比较或第三方验证来评估数据的准确性。

- **完整性：** 评估是否包含了所有相关的排放源，以及是否存在重大的数据缺口。
- **一致性：** 确保方法学长期一致应用，以便进行有意义的比较。
- **相关性：** 确定所使用的数据和方法学是否与公司的运营和清单范围相关。
- **不确定性文件记录：**
 - 记录所有不确定性的来源，包括假设、数据缺口和数据源的质量。这份文件记录有助于理解排放清单的可靠性。

重新计算政策：

- **何时重新计算：**
 - **结构性变化：** 公司结构的重大变化，如合并、收购或让售，需要重新计算以反映新的机构边界。
 - **方法学更新：** 如果计算方法学发生变化，例如从 AR4 切换到 AR6 的 GWP 值或采用新的排放因子，重新计算可确保可比性。
 - **重大错误：** 如果在原始计算中发现显著影响基准或报告排放的错误或不准确之处。
 - **法规要求：** 遵守要求为保持一致性而进行重新计算的新的或更新的法规或标准。
- **如何重新计算：**
 - **基准年调整：** 调整基准年的排放量，以考虑结构性变化或方法学更新。
 - **强度指标：** 重新计算排放强度指标，以反映生产水平、公司规模或其他正常化因素的变化。

- **文件记录：**清楚地记录重新计算的原因、使用的方法学以及排放因子或数据来源的任何变化。
- **一致性：**确保重新计算方法在所有相关年份中一致应用，以保持可比性。
- **核查：**考虑让独立的第三方对重新计算的数据进行核查，以确保其可信度。
- **沟通：**
 - 向持份者通报重新计算事宜，解释其必要性以及它如何影响报告的排放。这种透明度有助于维持对公司碳管理工作的信任。

透过处理不确定性并建立重新计算政策，企业可以确保其碳排放报告准确、长期可比，并符合不断发展的标准和法规。这有助执行有效的碳管理，使公司能够追踪进展、设定现实的目标，并展示对可持续发展的承诺。

4.8 报告和核查

报告原则：

在报告温室气体排放时，公司应遵守以下关键原则，以确保其碳清单的完整性和实用性：

- **相关性：**确保报告的排放与公司的运营及其持份者相关，提供能够影响碳管理决策或行动的信息。
- **完整性：**在选定的清单边界内报告所有相关的温室气体排放源和活动，避免任何重大遗漏。
- **一致性：**长期应用一致的方法学、数据收集程序和排放因子，以便进行有意义的比较。如果做出更改，应予以记录和说明。

- **透明度：** 在温室气体列表中清楚地记录所有假设、方法学、排除项和不确定性，以便持份者能够理解和评估数据的可靠性。
- **准确性：** 在量化排放时力求高水平的准确性，尽可能减少不确定性，并提供足够详细的信息以供外部核查。

核查：

核查是审查和评估您温室气体排放数据准确性和完整性的过程。以下是公司如何进行核查的方法：

- **内部核查：**
 - **内部核查：** 进行内部审查或审核，以检查错误、一致性以及对公司碳管理政策的遵守情况。
 - **数据确认：** 使用内部制衡机制，如交叉引用来自不同来源或部门的数据，以确认排放数据的准确性。
- **外部核查：**
 - **第三方核查员：** 聘请独立的第三方核查员来核查您的温室气体清单。他们对您的碳核算实践提供无偏见的评估。
 - **认可资格：** 选择获得如 ISO 14065 等公认标准认可的核查机构，该标准概述了对温室气体确认和核查机构的要求。

温室气体清单报告：

温室气体列表报告的结构和内容应全面、清晰且易于理解：

- **执行摘要：**
 - 提供公司碳排放的概览、主要发现以及与以往报告相比的任何重大变化。

- **机构边界：**
 - 定义列表的机构范围，包括哪些实体被纳入或排除。
- **运营边界：**
 - 概述哪些排放源和活动被包括在内（例如，范围一、二和相关的范围三类别）。
- **排放摘要：**
 - 按范围呈现温室气体总排放量，并按排放源或活动细分。如适用，包括随时间变化的趋势。
- **计算方法学：**
 - 详细说明用于数据收集、排放因子选择和计算的方法，确保透明度。
- **数据质量和不确定性：**
 - 讨论数据质量、潜在的不确定性来源以及如何处理这些问题。
- **减排倡议：**
 - 重点介绍公司采取的任何碳减排战略、项目或倡议。
- **同比变化：**
 - **排放趋势：** 报告排放的周期性（通常是同比）变化，展示碳管理工作的进展或倒退。
 - **变化解释：** 重要的是，解释这些变化发生的原因，无论是由于运营变化、新倡议，还是外部因素如排放因子变化或公司增长。

- **核查声明：**

- 包括来自内部或外部核查员的声明，证明温室气体清单的准确性和完整性。

- **附录：**

- 根据需要提供额外的数据、方法学或证明文件。

通过遵循这些原则和流程，公司可以制作出可信的温室气体报告，这不仅能满足合规要求，还能与持份者建立信任，支持内部碳管理工作，并为实现更广泛的碳减排目标做出贡献。包括同比变化及其解释，可以为公司的碳管理历程提供一个叙述，使报告更具洞察力和可操作性。

4.9 持续改进

持续改进是有效碳管理的基石，它确保减排努力不是一次性项目，而是融入机构持续运营的一部分。

本节将探讨公司如何利用其排放数据来设定宏伟而可实现的减排目标，以及如何将这些目标整合到现有的管理体系中，以推动实现更低碳排放的持续进展。

设定目标：

- **基准年：** 建立一个基准年（通常基于前述步骤的实践），作为未来所有减排目标的参考点。这一年应能代表正常运营，没有重大异常，并能准确比较历年的排放量。
- **基准对标：** 使用您的温室气体列表数据，将公司的排放与行业标准、竞争对手或自身的历史表现进行基准对标。这有助于了解您所处的位置以及甚么是可以实现的。

- **（可选但建议）科学碳目标：** 透过采纳科学碳目标 (SBTi)，使您的减排目标与最新的气候科学保持一致，确保公司的努力有助于全球气候行动。
- **SMART 目标：** 设定具体的 (Specific)、可衡量的 (Measurable)、可实现的 (Achievable)、相关的 (Relevant) 和有时限的 (Time-bound) 目标。例如：
 - **具体的：** 范围一排放减少 20%。
 - **可衡量的：** 每年减少 1,000 吨二氧化碳当量。
 - **可实现的：** 基于在能源效率和燃料转换方面可行的改进。
 - **相关的：** 目标应与您的业务战略保持一致，并有助于实现整体的可持续发展目标。
 - **有时限的：** 在下一个财年结束前实现。
- **数据驱动：** 使用量化的排放数据来设定切合实际且有依据的目标。例如，如果您的数据显示很大一部分排放来自采购的商品，则可以设定供货商互动或材料替代的目标。
- **长期愿景：** 在设定短期目标的同时，也要考虑实现碳中和或净零排放的长期愿景，以指导公司未来的战略。

管理体系：

- **融入业务运营：**
 - 将碳管理融入公司的战略规划、预算和运营决策过程。这确保了碳减排不是一个附加项目，而是核心业务战略的一部分。
- **ISO 14001 及其他标准：**
 - 利用如 ISO 14001 等环境管理体系，该体系为管理包括温室气体排放在内的环境影响提供了一个框架。遵守此类标准可以推动持续改进。

- 更多细节将在第五章中提供。
- **绩效指标：**
 - 建立与碳排放相关的关键绩效指标 (KPIs)，并定期追踪。指标可能包括：
 - 每单位产品或收入的排放量。
 - 能源效率的改进。
 - 可再生能源使用的百分比。
- **定期评审和报告：**
 - 制订定期评审排放数据、目标进展以及减排倡议有效性的时间表。利用这些信息来更新您的管理体系和战略。
- **员工参与：**
 - 将碳减排实践融入员工职责，并激励或奖励有助于降低排放的行为。培训和意识提升计划可以培养一种可持续发展的文化。
- **供货商和客户互动：**
 - 将您的管理体系扩展到包括供货商在碳管理方面的表现。同样，与客户互动，推广碳排放较低的产品或服务。
- **持续监测：**
 - 实施系统，对能源使用、废弃物产生以及其他影响排放的关键因素进行实时或近实时监测，以便及时采取干预措施。
- **反馈循环：**
 - 建立反馈循环，将从碳管理倡议中学到的经验教训反馈到系统中，以完善流程、目标和战略。

透过基于一个基准年设定有依据的目标，并将碳管理融入公司的运营中，企业可以确保碳减排的持续改进成为公司基因的一部分。这种方法不仅有助于减少排放，还能在一个日益关注可持续发展的世界中，促进创新、节约成本并提升市场地位。

第五章：碳减排的战略与运营

在本章中，我们深入探讨企业可采用的实用策略和运营框架，以有效减少碳排放。

随着更多的企业日益认识到其在应对气候变化中的角色，关注重点已从单纯的披露转向战略性的碳管理。在这里，我们将探讨企业**如何通过与第四章所述碳管理行动相互配套的相关标准和措施，进一步将碳减排融入其核心业务实践**，既确保环境的可持续性，也保证长期经济可行性。

5.1 运营阶段的排放管理和减少：ISO 14001

碳管理作为环境管理体系的组成部分：

碳管理是环境管理体系 (EMS) 的一个关键组成部分，尤其是在实施 ISO 14001 时：

- **ISO 14001 概述：** ISO 14001 是环境管理体系的国际标准。虽然它涵盖了各种环境影响，但可以将碳管理整合进来，有系统地应对温室气体排放问题。
- **与碳管理的整合：** 以下是企业如何将碳减排战略融入 ISO 14001 体系的方法：
 - **设定环境目标：** 建立明确包含碳减排目标的环境目标。这些目标应与公司对可持续发展的承诺和符合法规合规要求。
 - **运营控制：** 实施控制措施尽量减少对环境影响，包括排放：
 - **能源效率：** 能源管理是关键，但运营控制也应包括实践节能。

- **废弃物管理：** 尽量减少废弃物，并管理废弃物处置，以减少来自垃圾堆填和废弃物处理的排放。
- **设计和采购：** 将环境标准纳入设计流程和采购决策，以减少材料和供应品的碳足迹。
- **监测和测量：**
 - 定期监测和测量温室气体排放，以追踪既定目标的进展。
 - 使用碳排放计算器或温室气体清单等工具来量化排放。
- **沟通：** 与员工、供货商和持份者进行清晰沟通，告知公司的碳管理努力和绩效。
- **管理评审：** 在定期的管理评审中包含碳绩效，以评估环境管理体系在减少排放方面的有效性，并根据需要调整战略。

通过环境管理体系减少直接排放：

对于非能源相关的直接排放（范围一），环境管理体系可以实施具体措施：

- **过程排放：**
 - **流程优化：** 优化制造流程以尽量减少排放。例如减少使用会释放温室气体的化学品，或提高流程效率以减少浪费。
 - **技术升级：** 投资于更洁净的技术或改造现有流程以减少或捕获排放。例如，在内燃机上安装催化转换器以减少氮氧化物排放。
- **逸散性排放：**
 - **泄漏检测与修复 (LDAR) 计划：** 建立计划检测和修复制冷剂、溶剂和其他温室气体的泄漏。定期的检查和保养计划可以显著减少这些排放。

- **设备密封：** 升级或保养设备以确保其适当密封，减少温室气体的逸出。
- **制冷和空调：**
 - **制冷剂管理：** 通过使用低全球变暖潜能值 (GWP) 的替代品、确保无泄漏以及遵循报废管理的最佳实践来妥善管理制冷剂。
 - **高效冷却系统：** 选择既能节能又能尽量减少制冷剂排放的高效冷却系统。
- **废水处理：**
 - **厌氧处理：** 使用厌氧消化来处理废水，捕获甲烷用于能源或将其燃烧以减少其气候影响。
 - **高效处理方法：** 实施能耗更低、产生温室气体排放更少的处理方法。
- **运输和分销：**
 - **车队管理：** 通过使用替代燃料、改善车辆保养以提高燃油效率，或过渡到电动或混合动力汽车来优化车队以降低排放。
 - **路线优化：** 使用物流软件规划路线，尽量减少燃料消耗和排放。
- **农业运营 (如适用)：**
 - **土壤管理：** 实施免耕农业或覆盖种植等方法，以减少土壤扰动产生的排放。
 - **牲畜管理：** 提高饲料效率，管理粪便以减少甲烷排放，并考虑替代蛋白质来源。

透过将碳管理整合到 ISO 14001 的环境管理体系框架中，企业可以确保其针对环境措施直接有助于减少其碳排放。此外，通过特定的运营控制来针对直接排放源，企业可以在能源效率措施之外，有效地管理和尽量减少其环境影响。

5.2 运营阶段的能源相关排放管理和减少：ISO 50001

根据世界资源研究所 (WRI) 的 Climate Watch 数据，能源行业是迄今为止产生温室气体排放最多的行业，占全球总排放量的 75.7%，其中包括来自电力和热力生产的 29.7%，以及来自制造业和建筑业的 12.7%。

对于寻求减少碳排放的制造业企业而言，能源管理至关重要，特别是通过直接排放（范围一）和间接排放（范围二）：

- **直接排放（范围一）：**
 - **化石燃料燃烧：**通过能源管理可直接减少现场燃烧化石燃料（如供暖、制冷或机械驱动场景）产生的排放。具体而言，企业通过提升能源利用效率，能够降低生产运营对化石燃料的实际消耗量，从源头减少燃料燃烧过程中的直接碳排放。
 - **逸散性排放：**能源管理实践也可以包括设备维护计划，以防止设备泄漏，从而减少制冷剂、甲烷等温室气体的逸散性排放。
- **间接排放（范围二）：**
 - **外购电力：**公司内部的能源使用效率直接影响从电网购买的电量，而电网电力通常来自化石燃料。通过能源管理减少电力消耗，可以降低这些间接排放。
 - **蒸汽和热力：**如果您的公司使用由公用事业公司供应的蒸汽或热力，能源管理可以优化其使用，从而减少对这些资源的需求及相关的排放。

鉴于能源管理在减排中的重要性，实施像 ISO 50001 这样有系统的方法获益良多。

实施 ISO 50001 以进行碳管理和减排：

- **理解 ISO 50001：** ISO 50001 是一项国际标准，它概述了建立、实施、维护和改进能源管理体系 (EnMS) 的要求，为企业系统地管理能源绩效提供了一个框架，从而减少碳排放。
- **能源基准和绩效参数：**
 - 建立一个能源基准，以便衡量绩效。这有助于追踪改进情况并设定切合实际的目标。
 - 制订能源绩效参数 (EnPIs) 来监测能源消耗和效率，例如能源强度（每单位产量的能源使用量）。
- **能源审计/评审：**
 - 定期进行能源审计/评审，以识别能源浪费、效率低下和节能机会。这可以包括：
 - 检查隔热和建筑围护结构的热损失。
 - 评估暖通空调 (HVAC) 系统的效率。
 - 分析照明和设备的节能潜力。

企业实施能源管理的实用措施：

- **节能计划：**
 - 实施节能计划，例如：
 - **照明：** 将传统灯泡更换为节能的 LED 照明，可以减少照明能耗。

- **设备升级：** 升级到更节能的机械，或用节能技术（如变速驱动器 VSDs）改造现有设备。
- **暖通空调维护：** 定期保养供暖、通风和空调系统，以确保其以最高效率运行。
- **行为改变：**
 - 培训员工养成节能习惯，例如在不使用时关闭设备、优化机器的节能设置，以及关闭门窗以防止不必要的供暖或制冷。
- **能源监测：**
 - 使用简单的能源监测设备或投资于楼宇能源管理系统 (BEMS)，以实时追踪能源使用情况，从而能够对效率低下问题立即做出反应。
- **隔热和建筑围护结构：**
 - 改善墙壁、屋顶和地板的隔热性能，以减少热量损失，这在生产设备设施中可能是一个重要的能源浪费来源。
- **压缩空气系统：**
 - 优化压缩空气系统，这在制造业中通常是能源密集型的。定期的维护和泄漏检测可以节省大量能源。
- **能源管理软件：**
 - 利用软件解决方案来分析能源数据、预测消耗模式，并提出适合您运营的节能措施。
- **能源回收：**
 - 实施热回收系统，以重复利用来自流程或机械的废热，减少供暖所需的额外能源输入。

- **可再生能源：**

- 研究现场可再生能源发电的选项，如太阳能电池板，这可以减少电网用电量并减少范围二的排放。

通过专注于能源管理，公司不仅可以降低运营成本，还可以在其碳管理战略中取得实质性进展。ISO 50001 提供了一个经过验证的框架来指引这一过程，确保能源效率的持续改进，并直接影响范围一和范围二排放的减少。

5.3 供应链排放的管理和减少：ISO 20400

为甚么供应链排放很重要：

- **重大贡献：** 供应链排放（大部分的范围三排放）可以占到公司碳清单的很大部分，通常超过其直接运营的排放。根据世界经济论坛的研究，包括食品、建筑、时尚、快速消费品、电子、汽车、专业服务的八大供应链，占全球排放量的 50%以上。
- **间接影响：** 企业可以透过采购实务和与供货商关系间接影响这些排放。
- **声誉和市场准入：** 减少供应链排放可以提升公司声誉，开辟新市场，并满足对可持续产品和服务日益增长的需求。
- **法规合规：** 未来的法规可能要求公司报告和管理范围三排放，使得供应链脱碳成为迈向合规的主动步骤。

ISO 20400 简介：

- **可持续采购：** ISO 20400，标题为“可持续采购——指南”，为将可持续性考虑融入采购流程提供了一个框架。它旨在帮助机构通过采购决策实现可持续发展目标。
- **与碳管理的相关性：** ISO 20400 就采购如何为碳减排做出贡献提供了指导：

- **优先考虑可持续性：** 鼓励在采购决策中考虑环境影响，包括碳排放。
- **生命周期视角：** 提倡生命周期思维，评估产品和服务从原材料提取到报废处置的整个碳足迹。
- **供货商互动：** 概述了与供货商合作以推动整个供应链可持续改进的重要性。

实施供货商互动措施：

- **供货商选择标准：**
 - 将环境绩效作为供货商选择标准的一部分：
 - 根据供货商的碳排放、能源效率和可持续性政策对其进行评估。
 - 将 ISO 14001 或 ISO 50001 等认证视为供货商致力于环境管理的指标。
- **协作倡议：**
 - 与供货商制订联合计划以减少排放：
 - 设立供货商论坛或研讨会，讨论和分享碳管理的最佳实践守则。
 - 为碳减排设定共同目标，鼓励供货商采纳可持续措施。
 - 在低碳材料或流程的研发上合作。
- **培训和能力建设：**
 - 支持供货商减少其碳排放：
 - 提供关于碳核算、能源效率和减少浪费的培训。

- 为能源审计或节能升级提供技术援助或资金。
- 分享关于碳减排技术和实践的知识。

进行供货商绩效评估：

- **碳足迹评估：**
 - 与供货商合作，使用产品碳足迹 (PCF) 或供货商温室气体清单等工具来量化其碳排放。
- **关键绩效指标 (KPIs)：**
 - 建立 KPIs 来追踪供货商的碳绩效：
 - 每单位产品或服务的排放量。
 - 能源强度 (每单位产量的能源使用量)。
 - 使用的可再生能源百分比。
- **定期报告：**
 - 要求供货商定期报告其环境绩效，以便进行持续的监测和反馈。
- **审计和核查：**
 - 进行或支持第三方审计，以核查供货商关于碳排放和可持续性实践的声明。

通过采纳 ISO 20400 并实施战略性的供货商互动，企业可以显著减少其范围三排放，从而培育一个更可持续的供应链。这些实务操作不仅有助于管理碳排放，还能在整个供应链中推广一种可持续发展的文化，为更广泛的环境和社会目标做出贡献。

5.4 从源头管理和减少碳排放：产品碳足迹与产品生态设计

根据 ISO 14001 要求，机构在确定其活动、产品和服务的环境因素时，需考虑自身可控制或影响的生命周期环节；而将环境管理体系与设计开发相结合的优势在于，其促使机构在产品全生命周期各阶段识别与产品相关的环境因素及其对应的环境影响；在 ISO 9001 中，规定了设计管理流程，但未明确涉及环境影响；ISO 14006 《环境管理体系——纳入生态设计的准则》通过整合 ISO 14001 的环境管理框架与生态设计方法论，填补了 ISO 9001 和 IEC 62430 在环境影响与商业管理结合层面的空白，帮助机构在设计开发过程中系统性降低环境负荷，同时保持管理体系的适应性和可操作性。

产品碳足迹 (PCF)：

- **概念：** 产品碳足迹 (PCF) 量化了产品在其整个生命周期（从原材料提取到处置或回收）中相关的温室气体总排放量。它包括生产、运输、使用和报废处理过程中的排放。
- **标准：** ISO 14067 标准为计算和报告 PCF 提供了一个框架。而作为生命周期评估 (LCA) 原则和框架大纲的 ISO 14040 和 ISO 14044 标准，对于通过评估产品生命周期各阶段的环境影响来确定 PCF 至关重要。
- **在设计和市场营销中的重要性：**
 - **设计：** 了解 PCF 有助于设计师做出明智的决策，以在产品生命周期的每个阶段最大限度地减少排放，从而实现更可持续的产品。
 - **市场营销：** 较低的 PCF 可以成为一个重要的卖点，吸引具有环保意识的消费者，并在重视可持续性的市场中增加竞争优势。

生态设计原则：

- **通过材料选择减少隐含碳：**
 - **生命周期评估 (LCA)：** 进行 LCA 以了解不同材料的碳影响，引导选用环境足迹较低的材料。
 - **可持续材料：** 使用隐含碳较低的材料，例如可供回收或再生资源，如竹子或生物塑料。
 - **轻量化：** 设计产品时使用更少的材料而不影响功能，从而减少生产和运输所需的能源。
- **产品使用阶段的能源效率：**
 - **节能设计：** 融入减少产品使用期间能耗的特性，如节能模式、高效电机或隔热材料。
 - **待机功耗：** 尽量减少待机功耗，以减少产品生命周期内的排放。
 - **最终用户教育：** 提供说明或功能，鼓励用户以节能方式操作产品。
- **通过报废管理最大限度地减少碳影响：**
 - **为拆卸而设计：** 确保产品可以轻松拆卸以便回收或再制造，从而减少处置产生的浪费和排放。
 - **可回收性：** 使用在产品寿命结束时可以回收的材料，尽量减少运往垃圾堆填区造成浪费及相关排放。
 - **回收计划：** 实施回收计划，收回旧产品循环再造或翻新，从而闭合产品生命周期的循环。

工具和方法学：

- **列表和指南：** 利用欧盟委员会或美国环保署等组织提供的设计列表或生态设计指南。
- **LCA 软件：** 使用像 OpenLCA、SimaPro 这样的软件来评估产品在其生命周期内的环境影响。
- **六西格玛设计 (DFSS)：** 将环境考虑融入六西格玛设计流程，以实现可持续性的持续改进。

低碳产品生态设计举例：

- **A 公司的冰箱：**
 - 该公司重新设计了其冰箱型号，融入了生态设计原则：
 - **材料：** 使用回收钢材作为机身，将隐含碳减少了 25%。
 - **能源效率：** 改进了隔热性能并优化了冷却系统，使使用期间的能耗降低了 30%。
 - **报废处理：** 设计的冰箱易于拆卸，95%的材料可回收或再利用。
- **B 公司的智能手机：**
 - **材料：** 增加了回收塑料的使用，显著降低了设备的碳足迹。
 - **能源效率：** 实施了省电功能并优化了电池寿命，减少了充电所需的能量。
 - **报废处理：** 开发了旧设备的回收计划，这些设备随后被翻新或回收，减少了浪费和排放。

- **C 公司的环保包装：**

- **材料：** 改用来自可循环再造的生物降解包装材料，将包装产生的碳排放减少了 50%。
- **设计：** 创造了既具保护性又简约的包装，减少了材料的使用量。
- **报废处理：** 确保所有包装都是可堆肥或可回收的，从而在其生命周期结束时尽量减少其碳影响。

透过将碳考虑融入产品生命周期和设计中，公司可以设计和生产出不仅环保而且符合消费者对可持续需求的产品。这些实务有助于减少公司的总体碳排放及其产品的碳足迹，为一个更可持续的未来做出贡献。

第六章：中小企路线图与案例研究

案例研究一：基准评估与碳管理体系的建立

概述

Jets 公司是一家玩具制造商，其环境、健康与安全 (EHS) 总监 Claire 接到一项任务：根据 ISO 14064-1 标准，进行一次碳基准评估并建立一个碳管理体系 (CMS)。该项目旨在量化、管理和减少公司运营产生的排放。

本案例研究重点介绍了 Claire 如何按部就班地识别排放源、量化排放，并实施一个为公司制造情境量身定制的碳管理体系。案例强调了制造业的特定要素，并通过数值示例阐述了技术细节，确保与 ISO 14064-1 的原则保持一致。

第一步：识别相关产品和排放类别

采取的行动

Claire 首先识别了 Jets 公司生产的相关产品，并确定了特定于生产过程的排放类别。她遵循 ISO 14064-1 的指南，为识别和量化排放源建立了一个稳健的框架。

关键活动

- **绘制产品图谱：** 识别了制造的主要玩具产品，如塑料公仔和电子教育玩具。
- **排放分类：**
 - **范围一（直接排放）：** 来自生产机器和热力系统中现场燃料燃烧的排放。

- **范围二（间接排放）：** 来自为运营装配线和辅助设施而购买的电力的排放。
- **范围三（其他间接排放）：** 来自上游原材料生产（如塑料树脂和电子组件）和下游产品分销物流的排放。

制造业特定示例

塑料公仔的生产涉及注塑成型，这是一个由电力驱动的能源密集型过程，是范围二排放的重要来源。同时，范围一的排放则源于制造过程中用于加热模具的天然气。

第二步：界定系统边界

采取的行动

Claire 界定了系统边界，以确定哪些生产过程和设施将被纳入碳管理体系。这确保了采用全面的方法来量化所有相关活动的排放，以符合 ISO 14064-1 的要求。

关键活动	玩具制造业的系统边界
运营边界： 包括来自生产设施、仓库和公司自有分销车辆的排放。	输入活动： 原材料采购（如塑料树脂、电子组件）。
制造过程边界： 专注于关键生产步骤，例如： ● 注塑成型： 将塑料树脂转化为玩具部件。 ● 装配线： 将塑料部件与电子组件组合。 ● 包装： 使用纸板和塑料作最终产品包装。	核心生产活动： 注塑成型、组装和包装。 输出活动： 仓储、分销和废弃物管理。

第三步：识别制造业的排放源

采取的行动

Claire 识别并分类了所有特定于生产过程的排放源。这一步对于确保碳管理体系采集所有排放数据至关重要。

关键的制造业排放源

- 范围一：
 - 燃气模具加热系统中的燃料燃烧。
 - 用于在设施内搬运物料的叉车所消耗的柴油。
- 范围二：
 - 注塑机和装配线的电力消耗。
- 范围三：
 - 从供货商处采购的塑料树脂和电子组件中的隐含排放。
 - 塑料和包装废弃物处置产生的排放。

第四步：量化制造过程的排放

采取的行动

Claire 应用 ISO 14064-1 的方法学来量化制造活动的排放。以下示例说明计算过程。

部分排放源的数值示例

1. 范围一排放计算：

公式*：

$$\text{排放量 (吨二氧化碳当量)} = \text{燃料消耗量} \times \text{排放因子} \times \text{净热值}$$

- 输入数据：

- 燃料类型：天然气。
- 年消耗量：10,000 立方米。
- 转换系数 (净热值 NCV)：0.03517 太焦耳/1,000 立方米。
- 排放因子：56.1 吨二氧化碳/太焦耳。

- 计算：

$$\text{排放量} = 10,000 \times 0.03517 \times 56.1 = 19.70 \text{ 吨二氧化碳当量}$$

* 也可以用热值、热值含碳量、碳氧化率的方法来计算。

2. 注塑成型中电力使用的范围二排放：

公式：

$$\text{排放量 (吨二氧化碳当量)} = \text{电力消耗量} \times \text{电网排放因子}$$

- 输入数据：

- 电力消耗量：750,000 千瓦时 (750 兆瓦时)。
- 电网排放因子：0.45 吨二氧化碳/兆瓦时 (基于国家电网平均值)。

- 计算：

$$\text{排放量} = 750 \times 0.45 = 337.5 \text{ 吨二氧化碳当量}$$

3. 塑料树脂的范围三排放：

公式：

$$\text{排放量 (吨二氧化碳当量)} = \text{材料数量 (吨)} \times \text{排放因子 (吨二氧化碳/吨)}$$

- 输入数据：

- 塑料数量：1,500 吨。

- 塑料树脂的排放因子 (由供货商提供): 2.4 吨二氧化碳/吨。

- 计算：

$$\text{排放量} = 1,500 \times 2.4 = 3,600 \text{ 吨二氧化碳当量}$$

第五步：实施碳管理体系 (CMS)

采取的行动

Claire 建立了一个为制造公司需求度身定造的碳管理体系，重点关注关键的生产过程和排放源。

碳管理体系的关键组成部分

1. 与环境管理体系 (EMS) 整合：

- 将碳管理体系融入 Jets 公司已有的环境管理体系 (EMS) 中，使碳相关目标与资源效率和减少浪费等更广泛的环境目标保持一致，确保符合 ISO 14001 框架，并利用现有流程精简实施。

2. 数据监测：

- 在注塑机上安装电表以监测电力使用情况。
- 追踪天然气和柴油消耗量以计算范围一排放。

3. 数据整合：

- 开发一个小型数据库，用于存储原材料输入、能源消耗和生产量的数据。
- 使用 ISO 14064-1 的报告标准格式来组织和标准化数据。

4. 减排目标：

- 设定一个目标，通过节能设备升级，在三年内将生产中的电力消耗减少 15%。

第六步：报告与核查

采取的行动

Claire 通过准备排放报告并聘请第三方核查机构确认数据准确性，确保碳管理体系符合 ISO 14064-1 的报告要求。

关键活动

- **内部审核：**对从生产过程中收集的数据作内部审查。
- **第三方核查：**聘请一家获认可的核查机构来验证排放计算，并确保符合 ISO 14064-1 要求。
- **报告：**编写年度排放清单报告，重点突出关键生产过程的排放。

第七步：推动制造业的减排

采取的行动

Claire 与生产团队合作，实施针对制造活动的减排措施。

关键举措

- **能源效率：**
 - 用节能型号替换过时的注塑机，将电力消耗降低了 20%。
 - 改善燃气加热系统的隔热性能，以减少天然气使用量。
- **原材料优化：**

- 与供货商合作，采购回收塑料，从而减少范围三的排放。

- **废弃物管理：**

- 实施废弃物回收计划，以最大限度地减少塑料和包装处置产生的排放。

主要成果

1. **建立基准：** Claire 成功地量化了基准年的排放，这成为未来改进的衡量标准。
2. **实施碳管理体系：** 建立了一个稳健的碳管理体系，能够定期监测和报告制造业的排放。
3. **实现减排：** 初步措施在第一年内使范围二的排放减少了 5%。

本案例研究展示了像 **Jets** 公司 这样的制造企业如何应用 **ISO 14064-1** 的原则来建立碳管理体系，重点关注生产过程的排放，并符合国际碳管理标准。

案例研究二：透过能源管理和流程优化实现脱碳

概述

Keys 公司是一家特种聚合物制造商，其设施经理兼能源工程师 **Wesley** 接到管理层的任务，要求他制订一份既能实现脱碳又能带来运营成本节约的路线图。他认识到，系统化的方法是成功的关键。

本案例研究概述了为建立基于 **ISO 50001** 的能源管理体系 (**EnMS**)、实施有针对性的能效措施、整合可再生能源、优化核心化工流程以及改善材料和废弃物循环而采取的步骤。每一项举措都附有清晰的商业论证，将碳减排与财务绩效联系起来。

第一步：建立能源管理体系 (EnMS)

采取的行动

Wesley 首先着手建立一个与 ISO 50001 对齐的能源管理体系，以系统地管理和减少能源消耗及排放。

关键活动

- **能源方针：** 制订一项致力于提高能源效率和减少排放的能源方针并在内部宣传。
- **能源策划：** 进行能源评审，以识别主要能源使用：
 - **范围：** 包括所有生产流程、公用设施和行政区域。
 - **能源绩效参数和能源基准：** 针对主要能源使用，建立能够表征其能源绩效的能源绩效参数，并且使用历史数据建立一个用于比较的能源基准。
 - **能源目标指针和实施方案：** 制定合适的能源目标和指针，并且制定实施方案。
- **实施与运行：**
 - 对员工进行节能实务培训。
 - 在运营中实施节能措施。
 - 在设计和采购的活动中考虑节能。
- **检查：**
 - 安装能源计量表以监测使用情况。
 - 建立定期能源评审制度。
- **管理评审：** 定期评审能源管理体系的绩效，以确保持续改进。

数值示例

- **能源绩效参数 (EnPI) 和能耗基准 (EnB)** : Keys 公司 的年综合能耗为 100,000 兆瓦时 (MWh) , 年生产某产品 100,000 公斤。
- 定义能源绩效参数 (EnPI) 为 : 单位产品综合能源消耗 (每生产一公斤产品的综合能源消耗)
- Keys 公司确定该年的平均单位产品综合能源消耗为其能源基准 :
 - *单位产品综合能耗 : 1 MWh/公斤 ;*
 - *单位产品电力消耗 : 0.6 MWh/公斤 ;*
 - *单位产品天然气消耗 : 0.4 MWh/公斤。*

第二步：提升能源效率

采取的行动

Wesley 通过升级设备以提高能源效率。

关键活动

- **设备升级 :**
 - 将主反应器冷却回路上的老旧低效泵和主搅拌器上的电机更换为高效型号。
 - 在关键的蒸馏塔泵上安装变频驱动器 (VFDs) , 使能源使用精确匹配生产过程需求。

数值示例

通过计算升级单个大型泵所节省的能源 , 来展示其潜力 :

- **旧泵系统能耗 :** 每年 200 兆瓦时 (效率为 70%)。

- **新泵系统效率：** 85%。
- **新能耗：** 新的所需能耗是根据效率比率调整后的旧能耗。
新能耗 = 200 MWh × (70% / 85%) = 164.7 兆瓦时。
- **年度节电量：**
节电量 = 旧能耗 - 新能耗 = 200 MWh - 164.7 MWh = 35.3 兆瓦时。
- **减排量：** *35.3 MWh × 0.5 吨二氧化碳当量/MWh = 17.7 吨二氧化碳当量。*

第三步：使用可再生能源

采取的行动

Wesley 与生产团队和研发团队合作，并说服了公司管理层，通过在工厂和仓库建筑的屋顶上安装太阳能电池板来利用可再生能源。

关键活动

- **太阳能安装：**
 - 评估屋顶空间和太阳能潜力。
 - 安装了一个 1 兆瓦 (MW) 的太阳能光伏 (PV) 系统。

数值示例

- **太阳能电池板容量：** 1 兆瓦
- **年太阳能发电量：** 1,200 兆瓦时 (假设每年有效日照时间为 1,200 小时)。
- **碳减排：** 如果 1 兆瓦时的电网电力产生 0.5 吨二氧化碳当量，那么该太阳能装置每年可减排 600 吨二氧化碳当量。

第四步：流程优化

采取的行动

Wesley 与生产团队合作，实施了先进的过程控制和优化技术，以提高效率和减少浪费。

关键活动

- **过程控制与热集成：**
 - 实施先进过程控制 (APC) 系统，以优化反应温度和停留时间，从而减少不合格产品的产生。
 - 安装热交换器以回收反应器冷却夹套的低品位热量，用其预热锅炉给水，从而减少天然气消耗。

数值示例

- **旧流程：**每批次生产 50 公斤需要高能耗返工的不合格产品，该批次消耗 50 兆瓦时的能源。
- **优化后流程：**更严格的控制将不合格产品减少到 40 公斤，并将每批次所需能源降至 40 兆瓦时。
- **能源节省：**每批次节省 10 兆瓦时的能源。

第五步：使用回收材料

采取的行动

Keys 公司开始在其生产过程中使用回收材料，以减少与原材料采购相关的碳排放。

关键活动

- **材料采购：**
 - 在可能的情况下，用回收选项替代原生原材料，例如使用回收塑料进行包装。
 - 与供货商协商采购更低碳的材料。

数值示例

- **基准情景 (之前):**
 - 使用材料：500 吨某原生塑料。
 - 排放因子 (原生)：2.4 吨二氧化碳当量/吨。
 - 基准排放 = 500 吨 × 2.4 吨二氧化碳当量/吨 = 1,200 吨二氧化碳当量。
- **新情景 (替代后):**
 - 材料组合：300 吨原生塑料和 200 吨回收塑料。
 - 排放因子 (回收)：1.5 吨二氧化碳当量/吨。
 - 新排放 = (300 吨 × 2.4 吨二氧化碳当量/吨) + (200 吨 × 1.5 吨二氧化碳当量/吨) = 720 + 300 = 1,020 吨二氧化碳当量。
- **年度减排量：**

减排量 = 基准排放 - 新排放 = 1,200 - 1,020 = 180 吨二氧化碳当量。

第六步：减少废弃物与回收

采取的行动

Wesley 专注于减少废弃物和加强回收工作，尽量减少来自废弃物处理的排放。

关键活动

- **废弃物管理：**
 - 实施废弃物分类计划。
 - 与回收公司建立伙伴关系，以更可持续的方式管理废弃物。

数值示例

- **处理前废弃物：** 每年 500 吨，其中 250 吨送往垃圾填埋场。
- **处理后废弃物：** 每年 400 吨，其中 50 吨送往垃圾填埋场 (其余被回收或再利用)。
- **垃圾填埋场排放：** 如果垃圾填埋场每吨废弃物的排放为 0.5 吨二氧化碳当量，则废弃物管理带来的减排量为 $(250 - 50) \times 0.5 = 100$ 吨二氧化碳当量。

主要成果

1. **系统化管理：** 成功建立了一个符合 ISO 50001 要求的能源管理体系，为持续改进提供了稳健的框架。
2. **可衡量的能源减少：** 设备升级和流程优化措施经核实每年减少超过 200 兆瓦时的能源消耗。
3. **战略性影响：** Wesley 证明了脱碳与成本效益是相互关联的。能效措施不仅降低了运营成本，还降低了基础需求，使得 1 兆瓦的太阳能数组所提供的电力更具影响力，覆盖其设施需求的更大占比。

4. 供应链脱碳：转用回收材料和改善废弃物管理，显著降低了公司的范围三排放，巩固了其作为可持续供货商的地位。

本案例研究说明了一家化学品制造商如何实施从能源管理到减少废弃物等一系列碳减排战略，这些战略符合国际标准，并有助于降低碳排放水平。

案例研究三：供应链脱碳

概述

Lighthouse 公司是一家电气产品制造商，其供应链高级经理 Zara 接到一项任务，要解决公司最大的排放源问题。初步分析显示，公司总碳足迹的 75% 来自范围三，其中前 50 个战略供货商占了这些供应链排放的大部分。她的使命不仅是与这些伙伴沟通，更要实际减少他们共同产生的碳排放量，并能够明确测量成果。

本案例研究探讨了 Zara 如何应对将碳考虑融入供应链的复杂性，克服阻力，并为实现可持续的未来而促进合作。

措施一：更新采购政策

采取的行动

Zara 首先与首席财务官和财务团队合作，修订了 Lighthouse 公司的采购政策，将碳排放披露和绩效作为关键绩效指标 (KPIs)。

关键活动

- 政策制订：
 - 将包括碳排放数据在内的环境绩效，整合到供货商选择标准中。
 - 为表现出较低碳排放水平的供货商引入财务激励措施，如更优的付款条件或在合同续签中获得优先权。

- **优先互动：**

- 根据排放「热点」分析，将初步期工作重点放在识别出的头 50 家供货商，而非采取一刀切的方式。

面临的挑战

- **供货商的抵触：** 一些供货商抵制披露其碳排放，担心这可能会暴露其效率低下的问题或导致竞争劣势。

克服挑战

- **摊牌时刻：** 在与一家主要的铝制外壳供货商（其为五大排放源之一）举行的一次高层会议上，**Zara** 遭遇僵局。该供货商因新的报告要求而威胁要退出合作。她冷静地展示了数据，显示其直接竞争对手已经在营销他们使用的低碳铝，正获取市场优势。经过一番紧张的谈判，该供货商意识到长期的战略利益，同意参与试点项目。
- **互动与教育：** **Zara** 组织了一系列研讨会，向供货商讲述碳管理的重要性：
 - 强调碳披露如何能提升他们的市场地位。
 - 聘请碳管理专家，为供货商提供碳排放量化的知识和工具。
- **信息收集标准格式：**
 - **Zara** 引入了一个信息收集标准格式——更多细节见措施二。
- **分阶段实施与过渡期：**
 - 为了让供货商逐步适应新要求，**Zara** 实施了分阶段方法并设立过渡期。这给予供货商充足时间去适应变化、收集必要数据并进行改进，避免了实时压力，确保了更平稳的过渡，也减少了初期的阻力。

措施二：碳信息收集

采取的行动

Zara 设计了一份正式的标准格式，用于从供货商处收集碳信息，并计划将其整合到现有的供应链管理系统中。

关键活动

- **创建两个层次的标准格式：**制订了分阶段的数据收集方法。
 - **第一层（广泛互动）：**为所有供货商提供一个简单的标准格式，重点关注企业层面的排放（范围一和范围二）以及定性的减排计划。
 - **第二层（战略供货商）：**为头 50 家供货商提供一份更详细的标准格式，要求提供向 Lighthouse 公司供应的特定部件的产品碳足迹 (PCF)。
- **平台整合：**认识到从数百家供货商那里收集和管理数据的复杂性，Zara 的团队决定自研一个轻量化的第三方供应链可持续发展平台。该平台提供了标准化的问卷和基准评估工具，目标是在后期将经过验证的数据整合到他们内部的企业资源规划 (ERP) 系统中。

面临的挑战

- **数据不一致：**供货商以不同格式提供数据，使得汇总变得困难。
- **不愿分享：**一些供货商以保密为由，不愿分享详细的排放数据。

克服挑战

- **标准化：**提供了关于如何填写标准格式的清晰说明和示例，确保采集到数据的连贯性。

- **建立信任：** 通过法律协议向供货商保证调制解调器密性，并展示数据将仅用于内部基准评估和改进。

措施三：将碳考虑整合到供货商尽职调查中

采取的行动

Zara 将碳绩效作为供货商审核期间尽职调查过程的一个关键部分。

关键活动

- **审核框架：** 修订了供货商审核清单，包括：
 - **碳管理体系：** 评估供货商管理碳的政策和体系。
 - **数据核实：** 在现场考察期间，将报告的产品碳足迹 (PCF) 数据与生产过程交叉核对。
 - **减排努力：** 证明有具体的减排举措，而不仅仅是计划。
- **激励改进：** 为供货商提供反馈和改进建议，对于取得显著进展的供货商，有可能增加订单量。

面临的挑战

- **审核阻力：** 一些供货商将碳审核视为额外的负担或不必要的成本。
- **复杂性：** 评估碳绩效要求审核团队具备新的专业知识。

克服挑战

- **价值主张：** Zara 向供货商传达了碳审核如何带来运营效率和成本节约，展示了碳管理带来财务效益的成功案例。
- **培训：** 对内部审核团队进行碳核算和管理方面的培训，确保他们能为供货商提供有价值的建议和专业指导。

主要成果

1. **供货商高度参与**：新的政策和分阶段方法使头 50 家战略供货商在两年内的参与率达到了 90%。
2. **可操作的数据与洞见**：可持续发展平台现在提供关于供货商绩效的实时仪表盘，包括超过 200 个关键部件的已验证产品碳足迹数据。
3. **可衡量的减排**：互动和尽职调查的结合，使目标供货商群体的排放强度经核实降低了 8%，使 Lighthouse 公司有望实现其范围三的减排目标。

Zara 在 Lighthouse 公司的历程展示了战略性供货商互动的重要性，通过教育、协作和展示互惠互利来克服阻力，最终促成一个更可持续的供应链。

第七章：制造业中小企碳管理的轻量级数字化解决方案

碳管理看似一项艰巨的任务，特别是如果您经营的是一家在这方面经验甚少或毫无经验的中小型制造企业 (SME)。然而，借助合适的工具——许多中小企其实已经拥有这些工具，碳排放管理可以成为您日常业务运营的一部分，并为您节省时间和金钱。

您为甚么要关心碳排放管理？以下是一些有力的理由：

- **合规：** 法规正变得越来越严格。数字化工具能帮助您在不耗费巨资的情况下保持合规。
- **效率：** 您可以追踪在哪些地方能源或资源使用效率低下，并进行改进。
- **客户信任：** 越来越多的消费者和商业伙伴正在寻找具有可持续实践的合作方。数字化有助于展示您的努力，提升您的商业声誉。
- **成本节约：** 减少浪费和能源消耗会直接为您的盈利带来积极影响。

本章将指引您如何以最低甚至零额外成本，利用日常的数字化工具作有效的碳管理。

7.1 利用现有工具进行碳管理

让我们深入探讨如何使用您可能已经熟悉的工具：

- **利用标准格式**
 - 从零开始构建任何东西都是困难的。您不妨寻找一些标准格式，它们可以指导您收集哪些数据以及如何呈现这些数据。

- 寻找来自监管机构的标准格式，例如用于欧盟碳边境调节机制 (EU CBAM) 目的的沟通标准格式（如《CBAM 指南》中所述），或来自全球组织（如世界资源研究所 WRI 基于《温室气体核算体系》的计算工具）的标准格式。
- 如果您的客户是行业领导者，他们可能会为您提供用于可持续发展管理（包括碳监测和报告）的标准格式或数据结构。
- 采纳这些标准格式可以使您的报告流程更加顺畅，并符合市场预期。

- **Microsoft Office 和 Google Apps：**

- 从建立一个简单的电子表格开始，可以在其中记录您的能源使用、废弃物产生和排放情况。使用公式来计算您随时间变化的碳排放。
- **宏和脚本：** 不会编程？没问题！使用预制的宏或简单的脚本把录入数据或生成数据集自动化，从而减少错误并节省时间。例如，一些公司可能会考虑采用自动化解决方案来生成用于合规和/或与客户进行数据沟通的 XML / CSV / XLS 文件。
- **协作：** 通过 OneDrive、SharePoint 或 Google Drive 共享您的电子表格，以便团队中的每个人都可以贡献并访问最新数据。
- **可视化报告：** 像 Power BI 或 Google Data Studio 这样的工具可以将您的数据转化为易于理解的图表和仪表板。这有助于向持份者沟通您的进展。

- **ERP/SAP 系统：**

- **数据源：** 您的企业资源规划 (ERP) 系统已经追踪了大量的业务活动。利用这些数据来计算能源使用、材料使用、生产等方面的排放。

- **定制化：** 与您的 IT 团队或顾问合作，定制您的 ERP 以包含碳指标。例如您可以追踪每件制成品所使用的能源量。
- **报告工具：** 许多 ERP 系统，如 SAP Business One，都内置了可为环境报告度身定造的报告功能。协作生成合规报告。
- **整合：** 将您的 ERP 数据与 Excel 或 Google Sheets 整合作进一步分析，或与外部工具整合以进行更详细的碳核算。

7.2 中小企的实施步骤

以下是实施步骤：

- **数据收集：**
 - 尽可能自动化数据收集。使用 Google Forms 方便员工输入，或在 Excel 中设置宏，从您的 ERP 系统中提取数据。
 - 定期更新数据，以保持碳管理信息是及时性。
- **数据分析：**
 - 使用数据透视表、图表或可视化工具来理解您的数据。寻找趋势、异常点和需要改进的领域。
- **员工参与：**
 - 培训您的员工，让他们了解碳管理的重要性以及如何使用这些工具。通过提供简单、用户友好的数据录入界面来鼓励他们参与。
- **报告与合规：**
 - 设置符合监管标准或客户要求的自动化报告。使用由官方机构或行业领导者提供的标准格式。

7.3 未来趋势与升级

随着技术的发展，以下是一些值得关注的趋势：

- **人工智能辅助编程：**许多中小企（甚至大公司）可能面临内部缺少 IT 专家进行编程或其他 IT 任务的困境。您可以利用像 **Cursor** 或 **Windsurf** 这样的人工智能工具来辅助完成这些任务。
- **第三方应用程序：**寻找可以轻松与您现有系统整合的应用程序，以处理更复杂的碳管理。
- **物联网 (IoT) 用于数据监测：**物联网设备可以提供关于能源使用、排放和其他指针的实时数据，从而提高您的数据准确性。
- **用于供应链透明度的区块链或中心化平台：**许多大型集团/大公司已经采用区块链或中心化平台管理供应链以提升其透明度。深入了解这方面的信息，可尝试制定一个响应碳排数据请求的解决方案。

对于中小企而言，碳管理不必是复杂或昂贵的。利用您已在使用的工具，如 **Microsoft Office**、**Google Apps** 或您的 **ERP** 系统，今天就可以开始在环境影响方面做出改变。请记住，迈向可持续发展的每一步都很重要，而有了这些轻量化的数字化解决方案，您走每一步都将更加坚实。

第八章：指南回顾与行动号召

要点回顾

在本指南中，我们为香港制造业企业 (HKMEs) 全面梳理了碳管理的要点：

- **理解碳管理：** 我们从揭开「碳」和「碳足迹」的神秘面纱开始，强调了直接排放和间接排放的区别，并介绍了各种量化和报告的标准。
- **碳管理体系 (CMS)：** 我们探讨了碳管理体系如何与现有的管理体系（如 ISO 14001 和 ISO 50001）整合，以促进持续改进，做好规划，加强与持份者互动，并通过核查来确保可信度和合规性。
- **核查与认证：** 强调了独立核查的重要性，详细说明了它如何确认排放数据的准确性，并为法规合规和持份者的信任提供支持。
- **全球趋势与合规：** 我们讨论了碳定价、欧盟碳边境调节机制 (CBAM) 等新兴趋势，以及这些趋势如何影响香港制造业企业的运营和市场竞争力。
- **战略建议：** 为高层管理人员提供了量身定制的建议，内容涉及如何将碳管理融入业务战略、克服决策偏误，以及为有效的碳管理举措设定标准。
- **行业特定指导：** 提供了针对一些行业的详细案例研究和战略，展示了如何在特定行业背景下进行碳管理。
- **实践性实施：** 我们提供了关于建立或加强碳管理体系、减少排放以及为遵守当前和未来法规做准备的分步指导。
- **数字化解决方案：** 本指南概述了轻量级的数字化工具，以简化碳管理流程，尤其适用于中小企。

行动号召

香港制造业企业：

- **拥抱碳管理：** 从今天开始，启动或加强您的碳管理实践。将本指南作为您的路线图，以减少排放、提升可持续性，并为法规合规做好准备。
- **设定长远目标：** 通过科学碳目标倡议 (SBTi) 等倡议，致力于设定基于科学的目标。您的目标不应仅仅是合规，更应是成为可持续制造领域的领导者。
- **教育与互动：** 培训各个层级的员工，让他们了解碳管理。让您的供应链伙伴参与到您的碳减排旅程中来。
- **实施与创新：** 利用本指南中提供的数字化工具和行业特定战略。为生产流程寻求创新，以降低您的碳排放。
- **保持信息灵通：** 密切关注全球趋势、法规变化以及碳管理领域的技术进步。根据需要调整您的战略，以保持竞争力。
- **寻求核查：** 让您的碳管理工作得到独立核查，以增强可信度、满足法规要求，并吸引具有生态意识的消费者和投资者。

行业领袖和持份者：

- **促进协作：** 与行业同行合作，分享最佳实践案例，鼓励业界就供应链措施协作，并推动全行业的可持续改进。
- **倡导政策：** 与政策制定者沟通，确保法规在支持实践可持续业务的同时，维持一个公平的竞争环境。
- **投资于可持续发展：** 投资者们，请将公司的碳管理能力作为投资的关键标准，从而推动市场走向可持续发展。

政府和监管机构：

- **支持中小企：** 提供资源、激励措施和清晰的指导方针，帮助中小企有效地进行碳管理。
- **协调法规：** 努力实现全球碳管理标准和法规的协调，以防止碳泄漏并鼓励全球参与碳减排。

所有人：

- **立即行动：** 现在就是行动的时刻。迈向碳管理的每一步，不仅为全球气候努力做出贡献，也为您的企业在一个注重碳排放的世界中取得未来成功，奠定坚实基础。

缩略语列表

缩略语	英文全称	中文全称
AR4	Fourth Assessment Report (IPCC)	(IPCC) 第四次评估报告
AR6	Sixth Assessment Report (IPCC)	(IPCC) 第六次评估报告
BEMS	Building Energy Management System	楼宇能源管理系统
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism	碳边境调节机制
CH ₄	Methane	甲烷
CMS	Carbon Management System	碳管理体系
CO ₂	Carbon Dioxide	二氧化碳
CO ₂ e	Carbon Dioxide Equivalent	二氧化碳当量
DFSS	Design for Six Sigma	六西格玛设计
EMS	Environmental Management System	环境管理体系
EnMS	Energy Management System	能源管理体系
EPD	Environmental Product Declaration	环境产品声明
ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源规划
ETS	Emissions Trading System	排放交易体系
EU ETS	European Union Emissions Trading System	欧盟排放交易体系
GHG	Greenhouse Gas	温室气体
GWP	Global Warming Potential	全球变暖潜能值
HFCs	Hydrofluorocarbons	氢氟碳化物
HKMEs	Hong Kong Manufacturing Enterprises	香港制造业企业
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning	供暖、通风和空调系统
ICCN	Institute for Climate and Carbon Neutrality	香港大学气候与碳中和研究院
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会

ISO	International Organisation for Standardization	国际标准化组织
LCA	Life Cycle Assessment	生命周期评估
LDAR	Leak Detection and Repair	泄漏检测与修复
NCV	Net Calorific Value	净热值
N₂O	Nitrous Oxide	一氧化二氮
PAS 2060	An Internationally Applicable Standard for Carbon Neutrality	一项国际通用的碳中和标准
PCF	Product Carbon Footprint	产品碳足迹
PFCs	Perfluorocarbons	全氟化碳
PPA	Power Purchase Agreement	购电协议
R&D	Research and Development	研究与开发 (研发)
SBTi	Science Based Targets initiative	科学碳目标倡议
SMEs	Small and Medium-Sized Enterprises	中小企 (业)
SOP	Standard Operating Procedure	标准作业程序
TSF	Trade and Industrial Organisation Support Fund	工商机构支持基金
tCO₂e	Metric Ton of Carbon Dioxide Equivalent	公吨二氧化碳当量
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
VFDs	Variable Frequency Drives	变频驱动器
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	世界可持续发展工商理事会
WRI	World Resources Institute	世界资源研究所

文献参考

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.

鸣谢

本指南的出版是「促进港资制造企业供应链的环境、社会和管治合规管理」项目的一部分，该项目由工业贸易署工商机构支持基金资助。香港工业总会（工总）衷心感谢以下各界对项目的宝贵贡献和支持：

工总向以下支持机构致以敬意（排名不分先后）：香港总商会、香港中华厂商联合会、香港中华总商会、商界环保协会、香港创新科技及制造业联合总会、香港金属制造业协会及香港五金商业总会。同时对工业贸易署提供的研究拨款深表谢忱，使本指南得以顺利完成。

工总特别鸣谢由林晓东先生及项目执行机构--香港大学气候与碳中和研究中心的研究团队，林先生与团队的专业知识对本项目不可或缺，推出的这份指南，有助业界采取有效的碳管理，壮大合规能力。

我们由衷感激项目督导委员会提供的宝贵指导和真知灼见，这对确立项目的战略方向至关重要。

最后，我们衷心铭谢所有参与深度访谈、一对一讨论环节以及跨界别集思会议的参与者。他们的意见和建议，构成了本研究的坚实基础。

督导委员会 – 「促进港资制造企业供应链的环境、社会和管治合规管理」

陈婉珊女士

（委员会主席）

工总常务副主席

周治平先生

（委员会副主席）

工总常务副主席

郑文聪教授

工总名誉会长

张益麟先生

委员会委员

李志鹏先生

委员会委员

叶中贤博士

工总名誉会长

叶颖雪女士

委员会委员

袁文正先生

委员会委员

研究团队

林晓东先生

香港大学气候与碳中和研究所项目负责人

江兴华先生

项目高级顾问及首席工程师

戴凡教授

香港大学气候与碳中和研究院行政总监

陈洁茵博士

香港大学理学院生物科学学院高级讲师

倪丹菲博士

香港大学气候与碳中和研究院营运经理

工业贸易署「工商机构支援基金」拨款资助



工商機構支援基金

Trade and Industrial Organisation Support Fund

在此刊物上 / 活动内 (或项目小组成员) 表达的任何意见、研究成果、结论或建议，并不代表香港特别行政区政府或工商机构支援基金评审委员会的观点。



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