SustainNexus

白皮书

CBAM 全面生效之后

中国出口企业的碳合规行动白皮书

SustainNexus 衡界

目录

摘要 4

一、CBAM 机制解析 5

1.1 生效时间线与数据管理里程碑 5

1.2 覆盖行业与边界界定 6

1.3 申报流程与数据流转逻辑 7

1.4 默认值惩罚机制与实测值的成本优势 7

1.5 成本测算：数据质量对财务表现的直接影响 7

1.6 中国出口企业的特殊挑战 8

1.7 CBAM 与 EU ETS 的联动机制 9

1.8 责任主体与数据供应链 9

1.9 权威信源指引 9

二、企业合规缺口：四个维度自检 9

2.1 数据缺口：从“粗放统计”到“工序级精准计量”的鸿沟 10

2.2 方法缺口：核算边界模糊与因子选型失真 10

2.3 证据链缺口：缺乏支撑第三方核查的“审计轨迹”（核心风险） 11

2.4 供应商协同缺口：Scope 3 数据收集的“黑盒”效应 11

2.5 缺口连锁反应与数据治理行动优先级 11

三、碳核算方法论：标准体系与数据治理实践 12

3.1 GHG Protocol：构建底层数据字典 12

3.2 ISO 标准矩阵：组织盘查与产品碳足迹的层级关系 12

3.3 SBTi 兼容：碳数据资产的长期复用 13

3.4 重点行业专属模型：钢铁与铝的复杂参数自动化引擎 13

3.5 方法选择与数据治理矩阵 14

3.6 认知偏差与数据治理盲区 14

3.7 核心数据流转链路：从采集到申报 15

3.8 排放因子库的系统化管理 16

四、数据安全与证据链：以系统级审计轨迹支撑第三方核查 16

4.1 企业级数据安全架构设计 16

4.2 审计轨迹（Audit Trail）：构建从凭证到申报的强关联 16

4.3 第三方核查应对标准作业程序（SOP）.....17
4.4 标准化迎检材料矩阵.....17
4.5 供应链协同中的数据隐私保护.....18
五、从合规到商业转化：碳数据资产与供应链定价权.....18
5.1 从“隐性成本”到“显性溢价”.....18
5.2 信任凭证机制：SustainNexus Marketplace 的商业转化.....18
5.3 碳表现与定价权：财务视角的解读.....19
5.4 面向集团决策者的三大战略支柱.....19
5.5 Marketplace 上架就绪度评估矩阵.....20
5.6 集团级 90 天攻坚路线图.....20
5.7 董事会决策备忘录（Executive Summary for Board）.....21
附录：CBAM 合规与碳数据治理成熟度评估模型.....22
参考来源.....26
免责声明.....27
版本信息.....27

摘要

万物有衡

2026 年 1 月 1 日，欧盟碳边境调节机制（CBAM）正式进入全面实施阶段。自此，受法规覆盖的中国出口企业需将产品的隐含碳排放转化为直接的财务成本。

本白皮书旨在厘清 CBAM 的核心合规要求，剖析中国出口企业在数据治理与核算方法上的关键短板，并提供从合规应对到商业转化的系统性行动路径。

核心趋势研判

合规成本显性化：碳排放已从企业的外部环境因素，转变为进口环节的一项实质性成本，直接计入产品到岸成本。

数据治理水平决定成本竞争力：无法提供高质量实测数据的企业，将被迫采用欧盟保守的默认值，从而承担更高的 CBAM 证书费用。在 CBAM 框架下，系统化的数据管理与佐证能力，直接决定了企业的议价空间。

合规能力改变订单分配：越来越多欧盟采购商在供应商准入评估中，开始将碳数据的真实性、可追溯性赋予与价格、交期同等的权重。率先建立可信数据资产的企业，将在供应链筛选中占据先机。

实施路径与行动指南

现状诊断	标准化核算	证据链固化	商业价值转化
开展为期 7 天的 CBAM 合规诊断，精准识别隐含碳排放基线及数据管理缺口。	依托标准化方法学完成产品隐含碳核算，将分散的业务数据转化为结构化的碳数据资产。	建立带有时间戳、支持自动化采集与原始凭证映射的审计轨迹，使核算结果满足第三方核查要求。	经企业授权与书面确认后，将合规成果转化为供应链信任凭证，实现从合规投入向订单获取的跨越。

注：SustainNexus 平台致力于协助企业自主完成碳核算并生成具备可核查性的证据链。依据欧盟合规要求，最终的审查、核查与认证结论须由独立第三方机构出具，平台本身不提供审查或认证服务。

核心指标与时间节点

2026 年 1 月 1 日	欧盟 CBAM 全面实施，进口商须购买并清缴 CBAM 证书。
首批覆盖行业	水泥、钢铁、铝、化肥、电力、氢（共 6 大行业）。
年度申报截止日	每年 9 月 30 日前提交上一年度 CBAM 申报并清缴证书（首次为 2027 年 9 月 30 日，申报 2026 年度进口）。
7 天	SustainNexus 平台交付 CBAM 隐含碳排放诊断报告的标准周期。

70%–80%	相较于传统人工咨询模式，平台化运作可实现的综合合规成本降幅（平台主张，尚未经第三方实证，见 5.7 节）。

阅读指引

本白皮书是面向企业决策者与管理层的行动手册。建议先通读本摘要以建立全局认知；随后完成附录的“25 问合规自查清单”，以量化评估企业当前的合规就绪度；最后，针对失分较多的维度，返回对应章节查阅针对性的解决方案。

声明与边界

本白皮书聚焦于方法论、业务流程与行动建议，不涉及具体的申报代理服务。鉴于欧盟法规细则处于动态更新中，关键数据口径与合规要求请以欧盟官方发布文件为准。

一、CBAM 机制解析

欧盟碳边境调节机制（CBAM）的本质，是欧盟碳排放交易体系（EU ETS）在边境贸易上的延伸。其核心立法逻辑在于防止“碳泄漏”，即对进口产品征收碳成本，使进口产品承担与欧盟产品相当的碳成本。

对于中国出口企业而言，CBAM 既是环保合规要求，也是一场基于“碳数据质量”的财务成本博弈。法规要求企业具备相应的数据治理能力——包括系统自动化采集、原始凭证映射、历史排放数据时间序列追溯。数据治理水平，直接影响企业在欧盟市场的财务成本与竞争力。

1.1 生效时间线与数据管理里程碑

CBAM 的实施分为过渡期与正式实施期。大型集团应在过渡期内完成合规准备，同时积累碳数据资产。

实施阶段	法定时间节点	法规合规要求	数据管理与系统建设里程碑（行动指南）
过渡期	2023 年 10 月 1 日–2025 年 12 月 31 日	每季度提交 CBAM 报告（仅报告不缴费，截止日为季度结束后 1 个月）；熟悉数据口径。	历史数据回溯与基线建立：完成过去 12–24 个月历史排放数据的按季度/年度趋势分析；部署系统自动化采集，建立工序级能耗台账。
正式实施	2026 年 1 月 1 日起	进口商须具备“授权 CBAM 申报人”资格；义务开始累积（证书自 2027 年 2 月 1 日起售，2026 年无持仓要求）。	证据链固化与自动化校验：实现从原始凭证（电表、发票）到核算结果的自动化映射；建立支持第三方核查的完整审计轨迹。

实施阶段	法定时间节点	法规合规要求	数据管理与系统建设里程碑（行动指南）
首次年度申报	2027 年 9 月 30 日前（Omnibus 2025/2083 修订）	申报 2026 全年隐含碳排放，并缴足对应数量的 CBAM 证书。	全链路数据迎检：导出完整的数据佐证包与时间序列折线图，支持核查机构对数据连贯性与合理性的穿透式审查。
免费配额退出	2026 年–2034 年（现行法）	欧盟免费配额按 CBAM 系数逐步退出：2026 年保留 97.5%、2027 年 95%、2028 年 90%、2029 年 77.5%、2030 年 51.5%、2031 年 39%、2032 年 26.5%、2033 年 14%，2034 年起不再保留；CBAM 抵扣同步减少，进口产品的证书成本逐年上升。	碳数据资产化与降本规划：基于系统沉淀的精准碳数据，制定长期的工艺减排与绿电替代策略，对冲逐年上升的碳成本。

适用门槛提示：按 Regulation (EU) 2025/2083 引入的简化安排，进口商在任一历年内累计进口的钢铁、铝、水泥、化肥货物净重不超过 50 吨的，不承担 CBAM 申报与清缴义务（电力与氢不适用该门槛）；一旦年内累计超过 50 吨，全年进口均纳入义务范围。出口企业在与客户沟通义务分工时，应确认客户的累计进口量是否跨过该门槛。

1.2 覆盖行业与边界界定

CBAM 首批覆盖六大高碳排放行业：水泥、钢铁、铝、化肥、电力、氢。具体产品范围严格依据欧盟《CBAM 法规》(EU) 2023/956 附件一的海关编码（CN 编码）界定。

核心界定原则：

以“产品”为锚点，而非“企业”：一家大型集团可能仅有部分产品线（特定 CN 编码）落入覆盖范围，需精准识别受影响的产品矩阵。

前体材料（Precursors）的穿透式核算：前体指本身属于 CBAM 附件一清单、被消耗于另一 CBAM 产品生产的投入品（如钢铁的烧结矿、水泥的熟料、铝的氧化铝、化肥的氨），其隐含排放必须计入最终产品。烧结矿仅对 7201/7202 项下产品构成前体；焦炭与预焙阳极不属于前体，焦炭的碳元素通过碳质量平衡计入直接排放，阳极消耗属于铝冶炼的直接工艺排放。实操中，需通过系统拉取过去一年的外购中间品清单，逐项进行前体属性判定与数据追溯。

行业扩围动向（审议中，尚未立法）：欧盟委员会于 2025 年 12 月 17 日提出 COM(2025) 989，建议自 2028 年 1 月 1 日起将约 180 种钢铝密集型下游产品纳入 CBAM，并加强反规避安排；该提案尚在立法审议中，最终范围与生效时间以正式立法为准。现行法下，钢铁、铝、氢、电力只计直接排放，间接排放（Scope 2）仅在水泥、化肥的核算中计入；将间接排放扩至更多行业尚无立法提案，相关评估已推迟至 2027 年复审。其他行业是否纳入，目前也只有复审讨论，尚无立法提案，企业不宜据此排定时间表。

1.3 申报流程与数据流转逻辑

CBAM 的合规申报是一个严密的数据流转与佐证过程，远不止填表：

主体资格获取：自 2026 年起，欧盟进口商必须事先获得成员国主管机关的“授权 CBAM 申报人”资格。未获授权而进口 CBAM 货物的，按每张应清缴证书处以标准罚则 3 至 5 倍的罚款（(EU) 2023/956 第 26(2)条）；标准罚则与 EU ETS 超排罚金挂钩（Directive 2003/87/EC 第 16(3)-(4)条：每吨 100 欧元，并随消费价格指数调整），缴纳罚款不免除清缴义务。

隐含碳排放核算（核心数据环节）：按欧盟规定的方法学，计算申报期内进口产品的隐含碳排放。计入范围按行业区分（见 1.2 节）；各行业均须计入前体材料的隐含排放。实测值须经认可的核查机构核查后方可用于申报。此环节要求数据具备系统自动化采集能力，且每一项数据均需绑定原始凭证。

年度申报与清缴：每年 9 月 30 日前，申报上一年度进口产品的隐含碳排放总量（首次为 2027 年 9 月 30 日，申报 2026 年度进口）。申报人须按核定的排放量购买并清缴 CBAM 证书。证书价格与 EU ETS 拍卖均价挂钩：2026 年按季度均价定价，2027 年起按周均价定价。在原产国已支付的碳价可凭官方证明予以抵扣。

1.4 默认值惩罚机制与实测值的成本优势

在数据质量不达标、无法提供实测数据的情况下，欧盟允许使用官方公布的“默认值”。但默认值是一种保守的替代机制：其取值以出口国平均排放强度为基础，并强制叠加惩罚性加幅——钢铁、水泥、铝、氢为 2026 年 10%、2027 年 20%、2028 年起 30%，化肥每年加幅为 1%，电力不加成（Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2621 附件一，2026 年经(EU) 2026/1740 更正）。

默认值路径：合规门槛低，但财务成本极高。由于数据缺乏原始凭证佐证，企业不仅承担高昂的 CBAM 证书费用，且无法向买家证明自身的低碳竞争力。

实测值路径：依赖完整的系统自动化采集与证据链支撑。虽然前期数据治理投入较大，但能真实反映企业优于行业平均水平的排放强度，大幅降低 CBAM 证书购买成本，并转化为供应链信任资产。

1.5 成本测算：数据质量对财务表现的直接影响

以一家年出口欧盟 10,000 吨铝型材（CN 7604 项下型材）的企业为例，对比默认值与实测值在 2027 年的财务影响差异（以 2026 年第二季度已公布的证书价€75.28/t CO_2e 作为测算价格假设，免费配额保留比例 95%）：

测算路径	数据基础与核算逻辑	应缴排放量 (t CO_2e/t)	单位碳成本 (€/t)	1 万吨总碳成本 (万€)
路径 A：默认值	采用欧盟默认值 4.881（见注 1）+ 2027 年 20%惩罚加幅 = 5.857；抵扣免费配额（1.493 × 95% = 1.418）。	4.439	€334.2	约 334.2

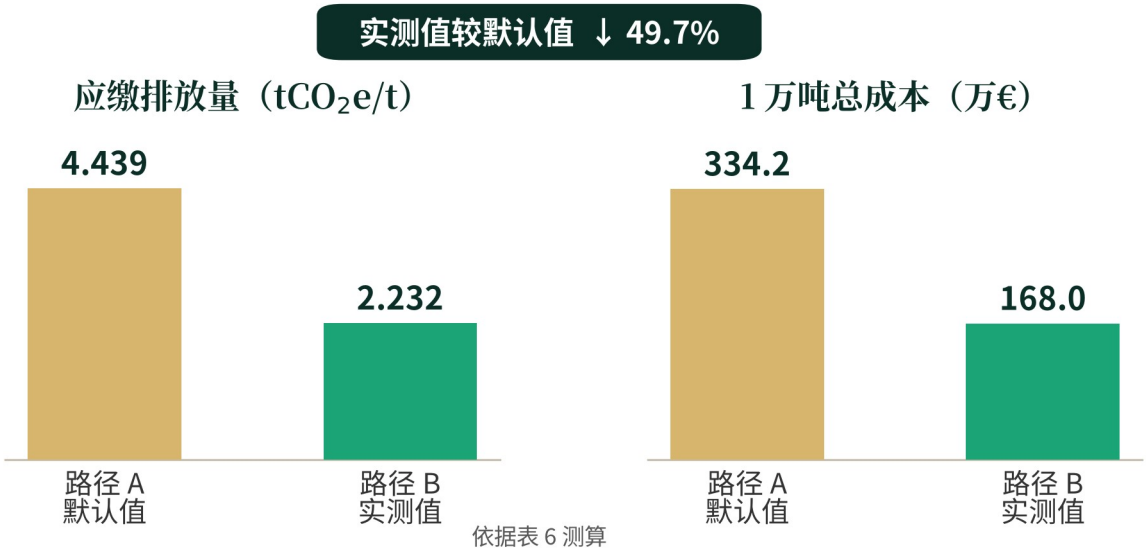
测算路径	数据基础与核算逻辑	应缴排放量 (t CO_2e/t)	单位碳成本 (€/t)	1万吨总碳成本 (万€)
路径 B：实测值	基于企业真实工序能耗（系统自动化采集 + 凭证佐证）：氧化铝煅烧（0.9）+ 电解（2.45）+ 铸造挤压（0.3）= 3.65；抵扣同等免费配额（1.418，见注 2）。	2.232	€168.0	约 168.0
财务差异	实测数据带来的直接财务节省	↓ 49.7%	↓ 49.7%	节省约 166.2 万€

注 1： 4.881 为中国原产 CN 7604 项下铝型材在路线 K 下的总排放默认值（加幅前），依据经(EU) 2026/1740 更正的(EU) 2025/2621 附件一。

注 2： 1.493 为(EU) 2025/2620 下铝型材路线 K 基准。为便于对比，两路径采用同一基准抵扣作示意；实际申报中，实测路径的免费配额抵扣按工序基准自下而上计算，与默认值路径口径不同。跨行业修正因子（CSCF）2026–2030 年为 100%，不影响本测算。

注 3： €75.28 为 2026 年第二季度已公布的证书价，本测算借用为价格假设；2027 年起证书按周价定价，实际价格以届时公布为准。本测算未扣除原产国已付碳价，个案须另行计算。

注 4： 以上测算基于行业典型模型示意，不构成对个案的成本承诺。实测能力的建立，前提是企业从现在开始，依托系统化工具积累具备可追溯性的工序级历史排放数据。



依据表 6 测算

图 2： 默认值路径与实测值路径的成本对比

1.6 中国出口企业的特殊挑战

中国出口企业在应对 CBAM 时，面临三个维度的结构性挑战：

碳价差导致的财务敞口： 欧盟碳价与中国碳市场价格之间存在差距，原产国已付碳价可凭证明抵扣，未抵扣的部分构成企业的额外成本敞口。减排数据越精准，财务敞口越小。

供应链倒逼与准入风险： 欧盟进口商作为法定申报人，其合规成本直接受制于中国供应商的数据质量。无法提供高质量、可佐证碳数据的供应商，将面临被剔除出核心供应链的风险。

数据积累的时间窗口：2026 年的申报依赖 2026 年的实测数据，但支撑实测的数据治理体系、供应商协同机制与证据链，必须提前至少半年到一年搭建。当前已是建立历史数据季度 /年度趋势基线的最后窗口期。

1.7 CBAM 与 EU ETS 的联动机制

CBAM 证书价格与 EU ETS 拍卖均价严格挂钩。欧盟内部生产商在 2026–2034 年间逐步退出免费配额，同步通过 CBAM 对进口产品补上同等碳成本。2026 年已公布的证书价分别为第一季度€75.36、第二季度€75.28、第三季度€82.32。在 CBAM 框架下，“降低碳排放”与“降低财务成本”直接挂钩。

1.8 责任主体与数据供应链

CBAM 的法定义务主体是欧盟进口商（授权申报人），承担证书购买与合规受罚风险。而支撑申报的排放数据，只能来自生产产品的中国出口商。

欧盟进口商：申报义务人，承担财务成本与合规风险。

中国出口商：数据提供方。提供的数据必须具备原始凭证佐证，且支持系统自动化追溯。商业逻辑正在随之改变：能够提供高质量、可核查碳数据的出口商，实质上是在为欧盟买家降低合规成本。碳数据资产正在逐步影响出口商的订单议价能力。

1.9 权威信源指引

进行 CBAM 合规决策，必须严格依据一手官方信源，避免依赖非专业解读：

法规正文：欧盟官方公报（EUR-Lex）发布的 Regulation (EU) 2023/956（CBAM 法规，经 Regulation (EU) 2025/2083 修订）。

实施细则：欧盟委员会发布的实施条例，包括(EU) 2025/2547（隐含排放计算方法）、(EU) 2025/2620（基准与免费配额抵扣）、(EU) 2025/2621（默认值，经(EU) 2026/1740 更正）、(EU) 2025/2548（证书价格计算）与(EU) 2025/2546（核查原则）。

官方指南：欧盟委员会发布的 CBAM 指南文件，如《Guidance Document 3: CBAM methods for the calculation of emissions embedded in goods》（2026 年 8 月 14 日）。

核心原则：凡涉及“核算边界、因子选取、清缴金额”的关键判断，必须以欧盟官方发布文件及权威律所解读为准。

二、企业合规缺口：四个维度自检

在应对 CBAM 的实战中，中国出口企业面临的挑战不只在“不懂政策”，更在底层碳数据治理体系的结构性断点。我们将这些断点归纳为四个核心维度：数据基础、方法边界、证据链条与供应商协同。大多数企业在这四个维度上均存在不同程度的缺失。

2.1 数据缺口：从“粗放统计”到“工序级精准计量”的鸿沟

CBAM 核算要求极高的数据颗粒度，而多数企业现有的能源管理系统仍停留在“厂级粗放统计”阶段，无法提供支撑精准核算的底层数据。

风险维度	典型表现与数据治理痛点	对 CBAM 合规的直接影响
数据孤岛与账实不符	能耗数据散落于 ERP、EMS（能源管理系统）及纸质财务单据中，缺乏系统级的自动采集与交叉校验，导致“三处数据对不上”。	核查机构在穿透式审查时，一旦发现底层数据无法勾稽，可能导致核算结果不被接受。
工序级颗粒度缺失	企业仅掌握“全厂年度总能耗”，缺乏“炼钢/电解/煅烧”等关键工序的独立能耗台账。	无法按欧盟方法学进行工序级分配，只能采用全厂平均分摊，导致产品隐含碳排放被严重高估。
历史时间序列断层	缺乏按季度/年度连续记录的历史基线数据，历史数据多为事后估算或存在缺失。	无法建立可靠的历史排放趋势折线图，在应对核查机构对数据连贯性与合理性审查时缺乏佐证。
电力因子错配	未区分实际购电结构（如绿电 PPA、直供电），直接套用全国电网平均排放因子。	抹杀了企业在绿电替代上的减排成果，导致间接排放（Scope 2）数据虚高。对水泥、化肥企业，这会直接增加证书成本；对钢铁、铝企业，间接排放现行法下不计入证书数量，但电力结构数据仍影响买家评估与未来扩围准备。

2.2 方法缺口：核算边界模糊与因子选型失真

方法学是 CBAM 核算的“标尺”。方法理解偏差或执行不到位，将导致系统性计算错误。

系统边界界定偏差：未能准确剥离非 CBAM 覆盖范围的排放源，或直接排放与间接排放的划分缺乏书面依据。

前体材料（Precursors）穿透核算缺失：CBAM 强制要求将前体材料（本身属于附件一清单、被消耗于另一 CBAM 产品生产的投入品，如铝的氧化铝、钢铁的烧结矿）的隐含排放计入最终产品。许多企业误认为“外购材料由供应商负责”，导致前体漏算，整份申报数据失真，须返工更正。

排放因子（Emission Factors）层级错配：未遵循“优先采用实测/供应商一级数据 > 官方行业因子 > 通用文献因子”的三级选用顺序，随意选用低精度因子，导致结果失真。

单位换算与口径冲突：吨标煤、千瓦时、吉焦等能源统计口径在跨部门流转时未统一换算标准，造成累积误差。

2.3 证据链缺口：缺乏支撑第三方核查的“审计轨迹”（核心风险）

这是目前中国企业面临的主要合规风险之一。欧盟第三方核查的核心逻辑是“穿透式审查”——核查官不仅看最终数字，更要求查看从原始凭证到最终结果的完整追溯链。

原始凭证未绑定：核算报表中的每一个数据项（如某工序天然气消耗量），必须能够一键穿透至底层的原始凭证（如 DCS 系统日志、燃气采购发票、过磅单）。目前多数企业是“一个总数、一个 Excel”，无法提供佐证。

缺乏系统级审计轨迹（Audit Trail）：数据在人工处理过程中，修改、覆盖不留痕迹。核查官质询“某项数据为何与上月波动 20%”时，无法提供操作人、时间戳及修改原因的留痕记录。

版本控制混乱：面对多轮内部修改与外部核查质询（Query），无法清晰界定哪一版是最终定稿，导致迎检时数据打架。

2.4 供应商协同缺口：Scope 3 数据收集的“黑盒”效应

前体材料的隐含排放属于 Scope 3 范畴。据 CDP（全球环境信息披露机构）与波士顿咨询公司（BCG）2024 年联合报告《Scope 3 Upstream: Big Challenges, Simple Remedies》，通过 CDP 披露的企业，其上游 Scope 3 排放平均为自身运营排放（Scope 1+2）的 26 倍。这一跨行业平均值虽非 CBAM 专属数据，但说明上游供应链的数据质量直接决定了最终产品的碳足迹。

协同机制缺失：缺乏标准化的碳数据收集问卷与系统级协同工具，跨境/跨语言沟通成本极高，问卷回收率与完整率双低。

数据质量不可控：中小供应商缺乏碳核算能力，返回的数据多为缺乏凭证支撑的估算值，核心企业缺乏有效的交叉校验与清洗机制。

数据脱敏与信任壁垒：供应商出于商业机密保护，不愿提供真实的能耗与产能数据，导致上游数据收集陷入僵局。

2.5 缺口连锁反应与数据治理行动优先级

这四个维度相互关联，构成了一条严密的碳数据流转链路：

数据基础（采集）	方法边界（核算）	证据链条（佐证）	供应商协同（延伸）
工序级计量与历史排放基线，决定核算有没有可用的底层数据。	边界界定、前体穿透与因子选用，决定核算口径对不对。	凭证绑定与审计轨迹，决定核算结果能不能通过核查。	上游数据收集与校验，决定前体排放算不算得全。

任何一个环节断裂，都会让申报数据的可信度打折扣，严重时导致申报失败。

针对大型集团的数据管理现状，我们建议按照以下优先级与时间轴，开展碳数据治理的补齐行动：

优先级	行动阶段	核心任务与数据治理里程碑	预期交付物
P0（立即启动）	T+0 至 T+2 周 / 现状诊断与基线回溯	启动 7 天 CBAM 诊断；拉取历史能耗数据，建立按季度/年度的历史排放时间序列基线；识别数据断点。	《CBAM 合规诊断报告》、《历史排放趋势基线表》
P1（短期攻坚）	T+2 至 T+4 周 / 方法固化与台账建设	锁定产品 CN 编码与前体清单；建立工序级能耗自动化采集台账；统一跨部门数据换算口径。	《核算边界与前体清单说明书》、工序级能耗台账
P2（中期深化）	T+1 至 T+2 个月 / 证据链固化与系统映射	部署系统自动化校验规则；实现原始凭证（发票/电表）与核算数据项的强制绑定；建立带时间戳的审计轨迹。	完整的迎检佐证包、系统审计轨迹日志
P3（长期运营）	T+3 个月起 / 供应链协同与持续优化	向排放贡献前 20%的核心供应商下发标准化问卷；建立供应商数据质量校验与脱敏处理机制。	供应商碳数据协同平台模块、上游数据校验报告

注：软件系统解决的是自动化采集与证据链固化的效率问题，但核算边界的界定与跨部门协同流程，必须由企业管理层主导建立。

三、碳核算方法论：标准体系与数据治理实践

欧盟买家与第三方核查机构仅认可基于国际公认方法学的核算结果。对于大型集团而言，碳核算不只是数学计算，它是一项将国际准则转化为企业内部数据治理规则与自动化核算逻辑的系统工程。企业无需“发明”方法，但必须在系统中精准“部署”并“固化”这些方法。

3.1 GHG Protocol：构建底层数据字典

《温室气体核算体系》（GHG Protocol）是全球应用最广的碳核算标准，也是 CBAM 方法学的底层同源逻辑。在 SustainNexus 平台中，GHG Protocol 的核心概念被直接映射为系统的数据架构：

Scope 1（直接排放）：系统对接企业 DCS（分布式控制系统）或 MES（制造执行系统），自动采集固定源/移动源燃料消耗及工艺过程数据。

Scope 2（间接排放）：系统自动抓取智能电表数据与绿电 PPA（购电协议）凭证，在符合实施细则条件时支持按实际购电结构动态计算，而非简单套用全国电网平均因子。间接排放的计入范围按 1.2 节所述；对钢铁、铝企业，电力结构数据主要服务于买家 ESG 要求与未来准备，系统仍按实际购电结构记录，以备口径变化。

Scope 3（价值链排放）：通过系统内置的供应商协同模块，结构化收集前体材料（Precursors）的上游实测数据。

3.2 ISO 标准矩阵：组织盘查与产品碳足迹的层级关系

在 CBAM 场景下，企业需要同时满足组织层面与产品层面的核算要求。

标准体系	核算对象	在 CBAM 合规与数据治理中的定位	SustainNexus 系统映射
ISO 14064-1	组织层面	数据地基。规范企业整体温室气体盘查，确立 Scope 1-3 的系统边界与数据质量控制流程。	建立集团级/厂级碳账户，实现全厂能耗与排放的自动化归集。
ISO 14067	产品层面	CBAM 直接依据。规范产品碳足迹（CFP）核算，是计算“隐含碳排放”的直接方法学支撑。	建立产品 BOM（物料清单）与工艺路线的碳数据模型，实现单件/单批次产品碳强度计算。
ISO 14040/44	生命周期评价	LCA 框架。支撑 EPD（环境产品声明）及更复杂的生命周期影响评估。	提供全生命周期数据追溯能力，支持从摇篮到坟墓的碳数据穿透。

注：逻辑递进：必须先通过 ISO 14064-1 夯实组织级数据地基，才能通过 ISO 14067 精准输出产品级碳足迹，最终满足 CBAM 申报要求。

3.3 SBTi 兼容：碳数据资产的长期复用

科学碳目标倡议（SBTi）虽非 CBAM 强制要求，但它是欧盟头部采购商评估供应商“长期气候战略可信度”的通用语言。

SustainNexus 平台的数据架构设计遵循 SBTi 兼容原则。这意味着，企业当前为应对 CBAM 所建立的工序级能耗台账、历史排放时间序列与减排轨迹，在未来可直接复用于 SBTi 目标设定与 ESG 评级披露，避免数据资产的重复建设与推倒重来。

3.4 重点行业专属模型：钢铁与铝的复杂参数自动化引擎

在 CBAM 首批覆盖的六大行业中，钢铁与铝的核算方法学最为复杂，涉及大量特殊的工艺参数与系统边界界定。通用碳核算工具往往难以处理这些行业特有的逻辑，若强行套用，容易导致核算结果失真或不被核查机构接受。SustainNexus 平台针对这两个行业，分别内置了专属的底层计算引擎。

钢铁行业 — 碳质量平衡与副产煤气的系统级解算

技术痛点：钢铁长流程（高炉-转炉）的物料与能源流转极其复杂。特别是副产煤气（高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气）的厂内循环与外供，其隐含碳排放的工序归属与分配是核算的“深水区”；同时，CBAM 允许的碳质量平衡法要求对进出的数十种含碳物料（铁矿石、煤炭、焦炭、废钢、炉渣等）进行严密的碳元素追踪。若依赖人工 Excel 进行碳平衡计算，极易因数据颗粒度不足或分配逻辑错误导致“碳不平”，整份申报数据面临返工风险。

SustainNexus 解决方案：

碳质量平衡自动化：系统自动对接企业的 ERP/MES 系统，拉取原辅料、产品、副产品的进出厂台账，自动构建全厂及工序级的碳质量平衡模型，确保“输入碳 = 输出碳 + 排放碳”。

副产煤气智能分配：内置符合欧盟实施细则的标准化煤气分配逻辑（基于热值或碳含量），自动处理煤气在烧结、炼铁、发电等工序间的流转与排放分摊，避免人工计算中的逻辑错误。

时间序列交叉校验：系统自动生成“吨钢碳强度”与“碳平衡差异率”的时间趋势折线图，支持按月度/季度灵活缩放 x 轴。数据管理者可直观识别因废钢配比波动或煤气放散导致的异常排放峰值，并追溯至底层物料过磅单与化验单进行数据佐证。

铝行业 — PFC 逸散与阳极消耗的精准映射

技术痛点：电解铝生产中的阳极效应会产生 PFC（全氟化碳，如 CF_4/C_2F_6）逸散，其温室效应潜能值（GWP，AR5 百年值：CF_4 为二氧化碳的 6,630 倍，C_2F_6 为 11,100 倍）；同时，预焙阳极的净消耗也是核心直接排放源。通用模型无法处理此类高 GWP 气体的复杂折算与动态物料平衡。

SustainNexus 解决方案：平台内置基于国际铝业协会（IAI）方法论的铝行业专属计算引擎。系统自动对接电解槽运行日志与阳极消耗台账，实现 PFC 逸散与阳极消耗参数的自动化映射，帮助复杂排放源的核算结果达到欧盟核查要求。

3.5 方法选择与数据治理矩阵

针对不同业务场景，企业应选择匹配的方法学，并同步建立相应的数据治理标准。

业务场景	推荐方法学组合	核心数据治理要求（系统自动化与佐证）	SustainNexus 支撑能力
首次 CBAM 申报	GHG Protocol + ISO 14067	建立产品级物料平衡；实现关键工序能耗的自动化采集与凭证绑定。	内置 CBAM 核算模板，支持生成符合欧盟申报要求的数据包。
铝行业专项	IAI 铝业专属模型	高频采集电解槽运行数据；建立阳极消耗与 PFC 逸散的联动计算逻辑。	专属计算引擎，自动处理高 GWP 气体的复杂折算。
应对买家 ESG 审计	ISO 14064-1 + SBTi 框架	建立集团级碳账户；实现 Scope 3 核心供应商数据的结构化回收与校验。	供应商协同模块，支持数据脱敏与质量交叉验证。
EPD / 绿色认证	ISO 14040/44 (LCA) + ISO 14067	全生命周期数据追溯；建立动态更新的本地化排放因子库。	LCA 数据建模工具，支持因子库的版本控制与溯源。

3.6 认知偏差与数据治理盲区

在推进碳核算的过程中，企业管理层常陷入以下认知误区，这些误区往往是导致数据治理失败的根源：

“重工具轻流程”：认为采购了碳管理软件即可自动合规。事实上，软件解决的是计算效率与证据链固化问题，但核算边界的界定、跨部门数据协同流程的建立，必须由企业管理层主导。

“忽视历史数据的时间序列价值”：认为 2026 年的申报只需 2026 年的数据。实际上，缺乏连续的历史排放基线，将无法在核查中证明数据的连贯性与合理性，容易在核查中被要求补充解释。

“默认值与实测值无差异”：认为使用默认值可以节省核算成本。如前文测算，默认值叠加惩罚性加幅后，将带来巨大的直接财务损失，且无法向买家证明低碳竞争力。

“碳核算是纯成本中心”：未认识到高质量的碳数据资产是获取溢价订单、优化供应链排产的核心生产要素。

3.7 核心数据流转链路：从采集到申报

在 SustainNexus 平台中，碳核算通过严密的数据流转与闭环校验机制组织：



图 1：核心数据流转链路：从采集到申报

多源数据接入与结构化（采集）

系统通过 API 或标准化接口，自动对接企业的 ERP、EMS（能源管理系统）及财务系统，将散落的电表读数、燃料发票、产量记录转化为结构化的碳数据资产。明确数据责任人，统一跨部门换算口径。

规则引擎计算与因子匹配（计算）

系统根据预设的核算边界（CN 编码、前体清单），自动调用内置的排放因子库。遵循“实测一级数据 > 官方行业因子 > 通用文献因子”的三级选用逻辑，自动完成隐含碳排放的运算。

多维交叉校验与趋势分析（校验）

时间序列校验：系统自动生成时间趋势折线图，支持 x 轴按月度/季度/年度进行灵活缩放与扩展。数据管理者可通过可视化交互，快速识别能耗与排放的异常波动（如某月产量下降但排放激增），并下钻排查原因。

逻辑合理性预警：系统内置行业基准模型，对关键参数（如单位产品能耗、电力因子）进行合理性预警，在提交前拦截低级错误。

证据链固化与审计轨迹输出（申报）

核算完成后，系统自动生成带有时间戳的审计轨迹。支持从最终申报数字一键穿透至底层的原始凭证（如点击某项排放数据，直接弹出对应的智能电表读数截图或采购发票 PDF）。导出符合欧盟核查机构要求的标准化迎检包。

3.8 排放因子库的系统化管理

排放因子是碳核算的“标尺”，其准确性直接决定结果的公信力。SustainNexus 平台不再采用传统的“静态 Excel 因子表”模式，转而建立了系统级动态因子库：

版本控制：每一次因子更新（如国家电网排放因子年度更新、官方因子库修订）均在系统内留痕，支持历史核算结果的因子版本回溯。CBAM 核算采用 IPCC 第五次评估报告（AR5）的百年全球变暖潜能值（GWP），因子库须以该版本为准。

优先级管理：系统强制校验因子选用顺序。若用户跳过一级实测数据直接使用三级通用因子，系统将触发警告并要求填写书面说明，确保因子选用的严谨性。

电力因子精准匹配：在符合实施细则条件时，支持按实际购电结构（如绿电 PPA、直供电比例）动态配置 Scope 2 因子，真实反映企业的减排成效。

四、数据安全与证据链：以系统级审计轨迹支撑第三方核查

碳核算涉及企业最核心的运营数据（全厂能耗、BOM（物料清单）、产能产量、供应商名录）。在欧盟 CBAM 框架下，第三方核查机构实行严格的“穿透式审查”。企业面临的挑战不仅是“如何算对”，更是“如何在保障数据安全的前提下，向核查机构提供完整可信的原始数据佐证”。

4.1 企业级数据安全架构设计

针对大型集团对数据主权的严苛要求，SustainNexus 平台摒弃了简单的应用层加密，从数据库到 AI 交互层逐层设置安全控制：

多租户架构与物理/逻辑隔离：底层数据库采用严格的租户隔离机制。在 AI 进行数据分析或模型推理时，系统通过权限网关确保 A 企业的数据不会穿透至 B 企业的上下文环境中。

动态数据脱敏（Dynamic Data Masking）：在数据进入 AI 分析引擎前，系统自动对敏感字段（如供应商真实名称、具体厂区坐标、核心财务成本）进行符号化脱敏处理（如替换为“Supplier_A”）。AI 仅解析数据的逻辑结构与排放因子，无法识别具体商业主体。

会话级内存清理：针对交互式分析，系统采用“零留存”设计。会话级分析数据仅存在于当次内存中，会话关闭即刻触发清空指令，不生成持久化日志副本。此处的“零留存”仅指会话分析缓存；数据操作的审计日志仍按 4.2 节要求完整留痕。

模型训练数据豁免：在商业合同中以法律条款明确界定：客户上传的所有原始数据、凭证及核算结果，仅作为当次计算的上下文（Context），不用于底层大模型的微调（Fine-tuning）或预训练。

4.2 审计轨迹（Audit Trail）：构建从凭证到申报的强关联

在第三方核查视角下，没有完整审计轨迹的核算结果难以通过核查。SustainNexus 平台通过系统自动化处理，将传统的“人工 Excel 拼凑”转变为“系统级证据链固化”。

原始凭证的强制绑定与自动化映射

系统要求每一项核算数据（如某工序天然气消耗量）必须强关联底层原始凭证。通过 API 对接或 OCR 识别，系统将智能电表读数、DCS 系统日志、燃气采购发票自动映射至对应的数据节点，确保“账实相符”，减少人工干预空间。

全生命周期操作留痕

系统自动记录所有数据的增、删、改、查操作。每一条数据变更均绑定操作人 ID、带时间戳的记录以及修改原因批注，形成完整的版本控制链条。

历史数据时间序列的可视化佐证（核心交互体验）

核查机构在审查时，常会对“某月排放量环比异常波动”提出质询。针对这一痛点，SustainNexus 平台提供了时间趋势折线图交互功能：

数据管理者可在月度、季度、年度时间粒度间切换，查看同一指标的排放趋势变化。

当折线图出现峰值或低谷时，可查看该时间段的底层生产日志与能耗台账。

通过展示历史排放基线的时间序列，结合系统自动生成的“产量–能耗–排放”三维散点图，向核查官直观、严谨地证明数据波动的合理性（如：因某月高炉检修导致产量下降，但固定能耗基数仍在，从而解释单位碳强度的短期上升）。

4.3 第三方核查应对标准作业程序（SOP）

平台将迎检工作标准化为三个阶段，大幅降低企业的沟通与举证成本：

检前（证据链固化）： 一键导出符合欧盟核查机构要求的标准化“迎检佐证包”，包含组织边界说明、因子选用依据及完整的审计轨迹日志。

检中（在线质询应答）： 企业在系统内统一管理核查质询（Query）的应答，在线批注、上传补充凭证，系统自动记录应答版本，替代“来回发送 Excel 与邮件”的低效沟通。

检后（规则回流与迭代）： 核查结论与整改建议直接回流至平台，转化为下一核算周期的系统校验规则。系统校验规则由此随核查经验持续完善。

4.4 标准化迎检材料矩阵

为确保核查无死角，SustainNexus 平台内置了标准化的迎检材料生成矩阵，覆盖欧盟核查机构的核心审查维度：

审查维度	核心核查内容	SustainNexus 系统交付物 / 佐证方式
组织与边界	核算覆盖的厂区、产线及 Scope 划分依据。	《组织边界与排放源识别说明书》（系统自动生成）。

审查维度	核心核查内容	SustainNexus 系统交付物 / 佐证方式
方法学与因子	排放因子库的来源、层级选用逻辑及版本。	动态因子库导出文件（含 IPCC/官方因子版本追溯记录）。
活动数据佐证	燃料消耗、用电量、产量等底层数据的真实性。	原始凭证包（智能电表读数截图、采购发票 PDF、过磅单）。
前体材料	上游中间品（如氧化铝、烧结矿）的隐含排放计算。	前体材料清单及上游供应商数据质量校验报告。
审计轨迹	数据修改留痕、版本控制及计算逻辑的可追溯性。	完整的 Audit Trail 日志导出（含操作人、时间戳、修改原因）。
数据合理性	历史排放数据的连贯性、异常波动的解释。	历史排放时间趋势折线图、产量-能耗交叉校验报告。

4.5 供应链协同中的数据隐私保护

在收集 Scope 3（前体材料）数据时，上游供应商往往因担忧商业机密泄露而拒绝提供真实数据。SustainNexus 的供应商协同模块，通过“数据可用不可见”的脱敏中间层，将供应商的身份信息与核心财务数据符号化。核心企业获取的是经过系统校验的“排放因子与碳强度”，而供应商的商业机密则被严格锁定在加密沙箱内，有效打破供应链数据协同的信任壁垒。

五、从合规到商业转化：碳数据资产与供应链定价权

在 CBAM 全面生效之后，碳合规的含义已经超出成本控制与防守应对：它直接参与产品到岸成本的构成，并影响企业在供应链中的议价地位。高质量的碳数据，是大型集团参与供应链竞争的重要基础。

5.1 从“隐性成本”到“显性溢价”

从经济学角度看，CBAM 是将产品的“环境外部性”内部化，并直接计入财务账单。这一机制改变了欧盟买家的采购评估模型：

过去：采购决策主要基于出厂价（EXW）、交期与质量。碳排放是隐性指标。

现在：采购决策基于到岸成本（Landed Cost）= 出厂价 + CBAM 碳证书成本 + 物流成本。

在出厂价相近的情况下，隐含碳排放更低、且能提供经第三方核查的实测数据的企业，其产品的“到岸成本”显著占优。碳数据表现，已成为价格竞争力的一部分。

5.2 信任凭证机制：SustainNexus Marketplace 的商业转化

为了让企业的碳数据资产安全、可信地转化为订单，SustainNexus 构建了 B2B 可持续市场（Marketplace）的信任凭证机制。这套机制基于严密的数据治理，具体包括：

数据确权与书面授权：平台展示的所有产品碳强度数据，必须经企业法务或授权高管的书面确认（Digital Sign-off）。未经确认的数据不予展示，数据主权归属企业。

多维度的信任标识：

未核查状态：展示企业自主核算的碳强度，明确标注“基于 SustainNexus 系统核算，待第三方核查”，满足买家初步筛选需求。

已核查状态：展示经独立第三方机构核查的碳强度，并附带核查机构名称与证书编号。在欧盟买家眼中，这是分量很重的信任凭证。

高阶数据可视化交互（面向买家尽调）：针对欧盟头部买家的深度 ESG 尽调需求，企业可通过平台一键生成并分享高质量的数据可视化报告（支持导出高清 PNG/SVG 格式）。历史排放时间趋势折线图展示企业历史基线的季度/年度排放趋势，买家可自主查看。这种展示历史波动并提供底层佐证的透明度，有助于建立深度供应链信任。

5.3 碳表现与定价权：财务视角的解读

当碳成本显性化，产品的“真实成本”被重新定义。

假设 A、B 两家供应商的出厂价相同。A 企业的隐含碳排放为 2.0 tCO_2e/t，B 企业为 4.0 tCO_2e/t。在 CBAM 证书价格为€75/t 的假设下，仅证书成本一项，A 企业的产品在欧洲市场的到岸成本就比 B 企业低约€150/吨（毛差额，未扣除原产国已付碳价与免费配额抵扣，个案须按 1.5 节方法完整测算）。

率先建立实测能力、降低碳强度的企业，实际上掌握了新的“定价权”。低碳已经超出道德标签的范畴，正在转化为企业的财务优势。而这一切的前提，是依托 SustainNexus 将碳算清楚、算准确。

5.4 面向集团决策者的三大战略支柱

针对大型集团的数据与业务管理现状，我们建议将碳合规升级为“一把手工程”，并围绕以下三大支柱展开：

战略支柱一：数据资产化（Data as an Asset）

杜绝“为应付申报而凑数据”的短视行为。将碳数据纳入集团统一的数据治理体系，建立与财务数据同等严谨的采集、校验标准，形成完整的审计轨迹，使其成为可复用、可追溯的核心数字资产。

战略支柱二：供应链协同（Scope 3 穿透）

前体材料的碳排放往往占据产品碳足迹的大头。集团需利用 SustainNexus 的供应商协同模块，以“数据脱敏、可用不可见”的安全机制，推动上游供应链完成碳数据摸底，构建绿色供应链壁垒。

战略支柱三：商业价值前置（Commercialization First）

在规划碳核算体系的第一天，就应同步规划“数据如何向买家展示”。将合规投入的 ROI（投资回报率）评估，从“节省了多少证书成本”延伸至“提升了多少订单胜率”。

5.5 Marketplace 上架就绪度评估矩阵

并非所有企业都适合在数据粗糙时急于上架。一次数据失实，损害的是平台整体的可信度。我们建议参照以下矩阵，评估上架就绪度：

评估维度	核心指标与数据治理要求	就绪标准（Go/No-Go）
数据完备性	产品级碳强度（tCO_2e/t）计算完成，且覆盖所有关键前体材料。	系统内数据闭环，无重大逻辑断点。
证据链强度	关键活动数据（能耗、物料）均已绑定原始凭证，具备完整审计轨迹。	关键数据均可追溯至底层发票/电表读数。
历史趋势合理性	具备过去 12–24 个月的连续数据，时间趋势折线图无无法解释的异常突变。	异常波动均有系统留痕的书面解释（如检修、技改）。
可视化与交互	能够生成符合集团品牌规范的高清数据报告（PNG/SVG）。	报告可直接用于高管汇报或买家尽调演示。
第三方核查	（非强制，但强烈建议）已启动或完成独立第三方核查。	获得核查声明（Verification Statement）或明确整改清单。

5.6 集团级 90 天攻坚路线图

为确保企业在 CBAM 全面实施后迅速进入“实战状态”，SustainNexus 建议按照以下 90 天路线图，完成从诊断到商业转化的闭环：



图 3：集团级 90 天攻坚路线图

Phase 1：现状诊断与基线回溯（第 1–2 周）

启动 7 天 CBAM 诊断，完成 25 问自查。

拉取历史能耗数据，在系统中建立按季度/年度的历史排放时间序列基线。

输出《数据缺口清单》与《前体材料识别报告》。

Phase 2：数据地基与系统映射（第 3–6 周）

建立工序级能耗自动化采集台账，统一跨部门数据换算口径。

在 SustainNexus 系统中完成组织边界、CN 编码、排放因子库的固化。

向核心供应商（排放贡献前 20%）下发标准化碳数据收集问卷。

Phase 3：核算闭环与证据链固化（第 7–10 周）

跑通首次产品级隐含碳排放核算。

完成原始凭证（发票/DCS 日志）与核算数据项的强制绑定，生成完整审计轨迹。

生成历史趋势折线图，进行内部数据合理性交叉校验。

Phase 4：模拟迎检与商业转化（第 11–13 周）

开展模拟第三方核查，根据 Query（质询）清单补齐佐证材料。

经企业书面确认后，将核心产品的碳强度数据及高清可视化报告上架 SustainNexus Marketplace。

5.7 董事会决策备忘录（Executive Summary for Board）

致集团董事会/管理委员会：

风险预警：2026 年 1 月 1 日 CBAM 全面实施。若无法提供高质量实测数据，企业将被迫采用叠加惩罚性加幅的默认值，导致产品到岸成本剧增，并面临被欧盟核心采购商剔除出供应链的风险。

投资回报（ROI）：依托 SustainNexus 平台建立实测能力与自动化证据链，相较于传统人工咨询，综合合规成本有望下降 70%–80%（平台基于客户项目经验的主张，尚未经第三方实证，个案差异以诊断结果为准）。更重要的是，实测数据带来的证书成本节省与订单溢价，有望在 12–18 个月内覆盖系统投入（经验判断，取决于企业实际排放规模与减排进展，须以个案测算为准）。

行动决议：建议立即批准启动“90 天碳数据资产化攻坚计划”。首期预算仅用于 7 天诊断与数据台账搭建，首期投入有限；待缺口摸清后，再行审批系统级部署与供应商协同预算。

附录：CBAM 合规与碳数据治理成熟度评估模型

本评估模型覆盖碳数据治理的五个核心维度，共计 25 项关键指标。企业数据管理或合规负责人可据此进行量化自评，精准识别数据断点与合规风险。

评分规则

0 分（缺失/高风险）： 尚未建立相关机制，或完全依赖人工/线下管理。

1 分（部分就绪/中风险）： 已建立基础机制，但缺乏系统级自动化支撑，或数据颗粒度/佐证材料不完整。

2 分（完全就绪/低风险）： 已实现系统自动化采集与处理，具备完整的审计轨迹与原始凭证绑定，支持灵活的数据探索与可视化输出。

A. 数据基础与自动化采集能力（5 问）

A1 全厂主要能耗数据（电、气、煤、油）是否已实现系统级按月/按日自动化归集，而非依赖人工 Excel 统计？

A2 是否已建立工序级（如炼钢、电解、煅烧）的能耗拆分台账，满足 CBAM 对产品隐含碳排放的精细化核算要求？

A3 电力排放因子（Scope 2）是否已根据企业实际购电结构（如绿电 PPA、直供电比例）在系统中进行动态配置，而非简单套用全国电网平均因子？

A4 是否已在系统中建立历史排放时间序列基线，支持按季度/年度进行趋势分析与合理性校验？

A5 底层能源计量器具（智能电表、DCS 传感器）是否已建立定期校准机制，且校准记录已作为原始凭证上传至系统备查？

B. 方法学与边界界定严谨性（5 问）

B1 是否已在系统中精准锁定本企业出口产品对应的欧盟 CBAM CN 编码，并据此自动划定核算边界？

B2 是否已全面识别并结构化录入所有前体材料（Precursors）清单，并建立向上游供应商追溯的数据链路？

B3 直接排放（Scope 1）、间接排放（Scope 2）与前体材料（Scope 3）的边界划分，是否具备系统内留痕的书面依据与审批流？

B4 系统内置的排放因子库是否具备版本控制功能，能够清晰追溯 IPCC 第五次评估报告（AR5）或官方因子库的更新历史？

B5 （特定行业必答）针对铝行业，系统是否已内置专属计算引擎，能够自动化处理 PFC（全氟化碳）逸散与阳极消耗的复杂参数映射？（针对钢铁行业，是否已实现碳质量平衡与副产煤气分配的系统级解算？）

C. 证据链固化与审计轨迹（Audit Trail）（5 问）

C1 系统中的每一项核算数据（如某工序天然气消耗量），是否已强制绑定底层原始凭证（如采购发票 PDF、智能电表读数截图）？

C2 系统是否具备完整的审计轨迹，自动记录所有数据的增、删、改操作，并绑定操作人 ID 与带时间戳的记录？

C3 面对第三方核查，是否支持从最终申报数字追溯至底层原始凭证，实现全链路的数据佐证？

C4 是否具备完善的版本控制机制，能够清晰界定哪一版为最终定稿，并保留历次修改的原因批注（Query 记录）？

C5 系统是否支持生成时间趋势折线图，并允许用户按月度/季度/年度切换时间粒度，以便在迎检时直观解释数据异常波动？

D. 供应链协同与 Scope 3 数据治理（5 问）

D1 是否已在系统中量化识别出排放贡献占比前 20%的核心上游供应商，并建立重点监控名录？

D2 是否已通过系统向供应商下发标准化的碳数据收集问卷，并实现回收数据的结构化解析？

D3 针对供应商返回的数据，系统是否具备自动化的质量校验与交叉验证机制（如逻辑合理性预警）？

D4 在收集上游数据时，是否采用了“数据可用不可见”的脱敏中间层，以保护供应商的商业机密？

D5 针对供应商不配合或数据质量不达标的情况，是否已在系统中预设升级预案与替代因子调用规则？

E. 组织治理与商业价值转化（5 问）

E1 是否已明确碳合规与数据治理的第一责任人，并建立跨部门（生产/财务/采购/EHS）的系统级协同流程？

E2 是否已制定针对 2026 年度 CBAM 首次正式申报的时间倒排计划，并在系统中设置关键节点预警？

E3 是否已利用系统工具，完成“默认值路径”与“实测值路径”的财务成本差异测算，并向管理层输出决策备忘录？

E4 系统是否支持一键导出符合集团品牌规范的高清数据可视化报告（支持 PNG/SVG 格式），用于高管汇报或买家尽调？

E5 是否已规划将经第三方核查的碳强度数据及可视化报告，上架至 SustainNexus Marketplace，以实现合规投入向订单获取的商业转化?

成熟度评估矩阵与行动指南

总分区间	成熟度阶段	数据治理现状诊断	战略行动指南（SustainNexus 建议）
0–15 分	高风险 (High Risk)	数据高度依赖人工，缺乏工序级颗粒度，无审计轨迹。面临极高的默认值惩罚与订单流失风险。	立即启动 7 天 CBAM 诊断。优先部署 SustainNexus 基础版，建立自动化采集台账与历史数据基线。
16–30 分	部分就绪 (Partial)	具备基础数据，但证据链断裂，前体材料核算存在盲区，系统自动化程度低。	按失分维度针对性补齐。重点强化“证据链固化”与“前体穿透”，跑通首次产品级碳核算闭环。
31–40 分	基本就绪 (Substantial)	核算逻辑正确，证据链基本完整，但缺乏高级数据交互与供应链深度协同。	开展模拟第三方核查。利用系统的时间趋势折线图进行数据合理性交叉校验，启动核心供应商协同。
41–50 分	完全就绪 (Optimized)	实现系统级自动化与全链路审计轨迹，具备高清可视化输出能力，数据资产已具备商业转化条件。	规划 Marketplace 展示。经书面确认后，将碳数据资产转化为供应链信任凭证，争取产品定价空间。



图 4：碳数据治理成熟度阶梯

评估实施与复评机制

独立评估与交叉复核：建议首期评估由内部数据管理/合规团队独立打分；复评时，建议引入内审部门或依托 SustainNexus 平台进行交叉复核，以消除主观偏差（经验判断：自评分数往往高于实际成熟度，差距约 5–10 分，须以交叉复核结果为准）。

动态复评周期：碳数据治理并非一次性项目。建议每季度进行一次复评。重点关注：历史时间序列数据是否连续、新增产线/前体材料是否纳入系统边界、第三方核查反馈的 Query 是否已转化为系统校验规则。

从合规到商业的跨越：得分只是手段，不是目的。50 分的企业如果止步于“内部合规”，依然会在供应链竞争中输给 40 分但已将数据转化为“买家信任凭证”的企业。得分的意义，在于推动后续的行动与商业转化。

参考来源

本白皮书引用的法规与官方文件如下。法规细则处于动态更新中，关键口径请以欧盟官方公报（EUR-Lex）最新发布文件为准。

[1] Regulation (EU) 2023/956，欧盟碳边境调节机制（CBAM）法规，2023 年 5 月 10 日通过，欧盟官方公报 2023 年 5 月 16 日发布。来源：EUR-Lex。引用位置：1.1–1.3、1.8、1.9 节。

[2] Regulation (EU) 2025/2083，CBAM 简化修订法规（Omnibus 一揽子修订），2025 年 10 月 8 日签署，欧盟官方公报 2025 年 10 月 17 日发布，2025 年 10 月 20 日起适用。确立年度申报与清缴截止日为每年 9 月 30 日，并引入 50 吨适用门槛。来源：EUR-Lex。引用位置：摘要、1.1、1.3 节。

[3] Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2547，隐含排放计算方法，2025 年 12 月 10 日发布。来源：EUR-Lex。引用位置：1.9 节。

[4] Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2620，基准与免费配额抵扣。铝型材路线 K 基准 1.493 tCO_2e/t。来源：EUR-Lex。引用位置：1.5 节。

[5] Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2621，默认值制定，2025 年 12 月 16 日发布，欧盟官方公报 2025 年 12 月 31 日发布；附件一与附件四经 Commission Implementing Regulation (EU) 2026/1740（2026 年 7 月 20 日通过，欧盟官方公报 2026 年 7 月 31 日发布，追溯至 2026 年 1 月 1 日）更正。来源：EUR-Lex。引用位置：1.4、1.5 节。

[6] Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2548，CBAM 证书价格计算。来源：EUR-Lex。引用位置：1.3、1.7 节。

[7] Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2546，核查原则。来源：EUR-Lex。引用位置：1.9 节。

[8] Commission Implementing Decision (EU) 2026/1862，跨行业修正因子（CSCF）2026–2030 年为 100%。来源：EUR-Lex。引用位置：1.5 节注 2。

[9] Directive 2003/87/EC（EU ETS 指令）第 10a(1a)条（免费配额退出与 CBAM 系数）与第 16(3)–(4)条（超排罚金与指数调整）。来源：EUR-Lex。引用位置：1.1、1.3 节。

[10] COM(2025) 989，欧盟委员会关于 CBAM 扩围的立法提案（程序 2025/0419(COD)），2025 年 12 月 17 日发布，建议自 2028 年 1 月 1 日起纳入约 180 种钢铝密集型下游产品；截至本白皮书润色时，该提案尚在立法审议中，未成为法律。来源：EUR-Lex。引用位置：1.2 节。

[11] European Commission, Guidance Document 3: CBAM methods for the calculation of emissions embedded in goods，2026 年 8 月 14 日首版。CBAM 核算采用 IPCC 第五次评估报告（AR5）百年全球变暖潜能值。来源：欧盟委员会税务与海关总司（DG TAXUD）。引用位置：1.9、3.8 节及附录 B4。

[12] European Commission, CBAM 证书价格发布（税务与海关总司 CBAM 专栏）：2026 年第一季度 €75.36、第二季度€75.28、第三季度€82.32；2027 年起改为周价。引用位置：1.5、1.7 节。

[13] CDP 与波士顿咨询公司（BCG），《Scope 3 Upstream: Big Challenges, Simple Remedies》，2024 年。通过 CDP 披露的企业，上游 Scope 3 排放平均为自身运营排放的 26 倍。引用位置：2.4 节。

免责声明

本白皮书聚焦于碳数据治理方法论、业务流程与行动建议，不涉及具体的欧盟 CBAM 申报代理服务。鉴于欧盟法规细则（如 Omnibus 修订案）处于动态更新中，关键数据口径与合规要求请以欧盟官方公报（EUR-Lex）发布文件为准。文中涉及的技术与数据测算内容，旨在提供决策参考，不构成最终的法律或财务审计意见。文中测算均为行业典型模型示意，不构成对个案的成本承诺。

版本信息

文档名称：《CBAM 全面生效之后：中国出口企业的碳合规行动白皮书》

发布机构：SustainNexus 衡界

初稿日期：2026 年 11 月 9 日

当前版本：润色版（待技术审阅）

润色日期：2026 年 11 月 14 日

本版在初稿基础上完成事实核查、文字润色与版式重建，技术内容待审阅确认后方可定稿。