

风电企业供应链温室气体排放核算技术规范

(草案)

一、标准范围

标准适用于风电企业供应链的温室气体排放量核算和报告。

根据风电企业供应链特点，标准中将风电企业供应链上各节点的企业分为施工/服务类企业，产品生产企业两大类，主要涉及施工服务、产品生产两类行为，标准中对以上两类行为的温室气体核算方法做出要求。

二、标准结构

标准的主要内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、施工/服务温室气体通用核算方法、产品生产温室气体通用核算方法、数据质量要求、报告内容和格式、全供应链核算要求，以及以塔筒、叶片为最终产品的供应链温室气体核算方法等内容。标准框架见下图。

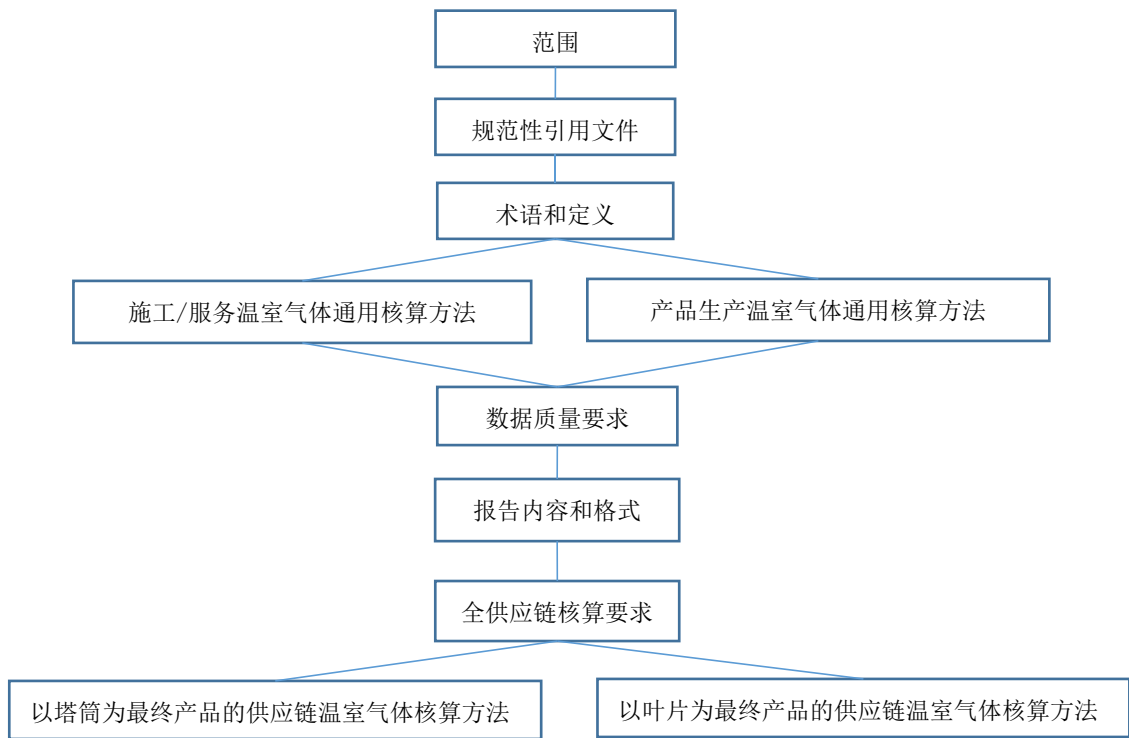


图 1 标准结构图

三、技术路线

1 标准编制层面

本标准围绕风电企业温室气体排放核算问题，深入开展标准编制工作。标准起草单位集中技术骨干，成立起草小组，严格落实人员职责，依照进度安排开展工作，工作内容包括但不限于大量政策、标准、文件调研，风电企业走访、供应链调研，专家咨询等。在此基础上对标准框架、内容做出规定，形成标准草稿，为下一步工作打下坚实基础。

总体技术路线见下图，从系统调研、资料收集至提交研究成果的各环节，均需要系统分析、详细研究，循序渐进逐步形成标准规范。目前标准进展至草案编制阶段（图中蓝色框）。

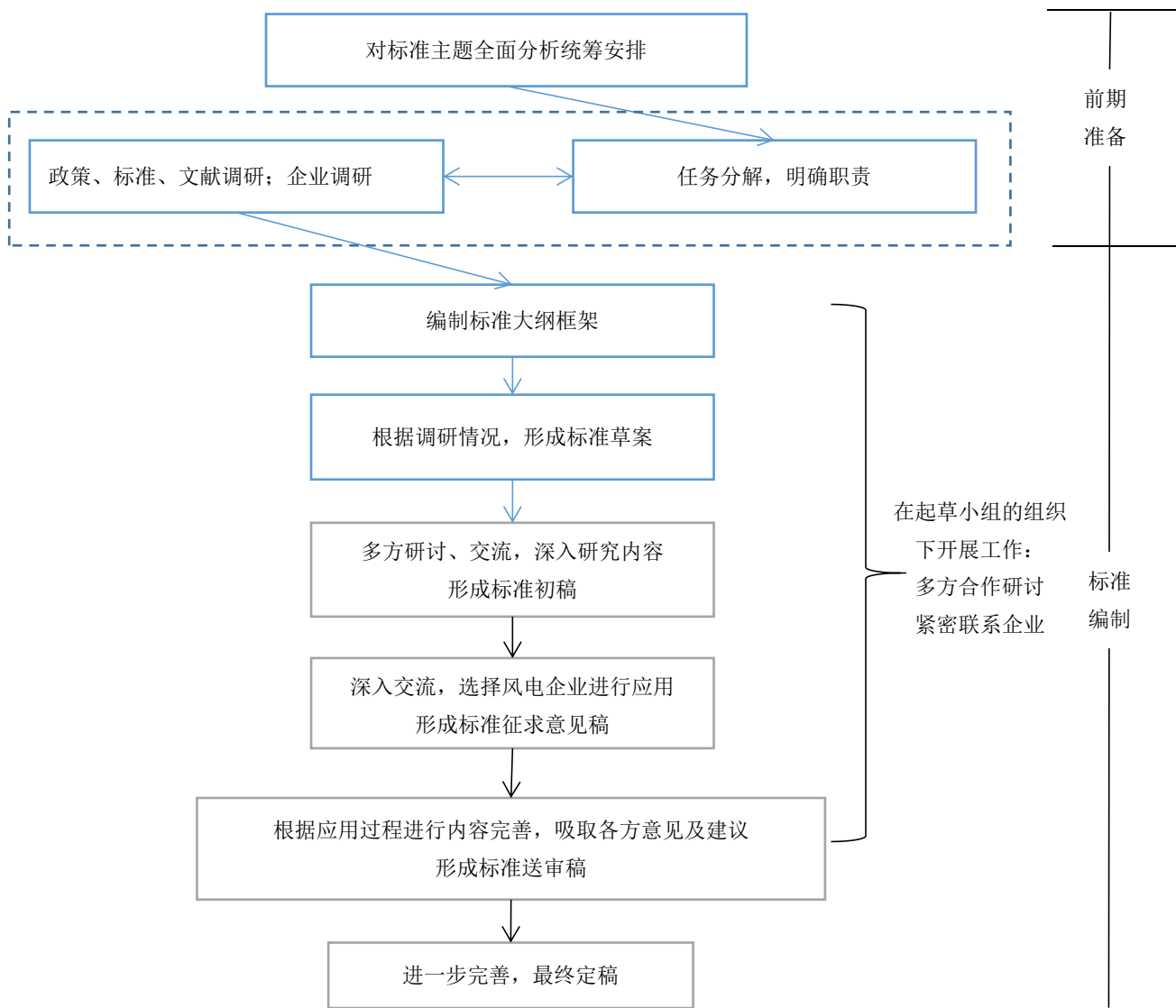


图 2 总体技术路线图

2 标准内容层面

标准适用于风电企业供应链温室气体核算，针对施工服务、产品生产两类行为的温室气体核算方法初步考虑如下。

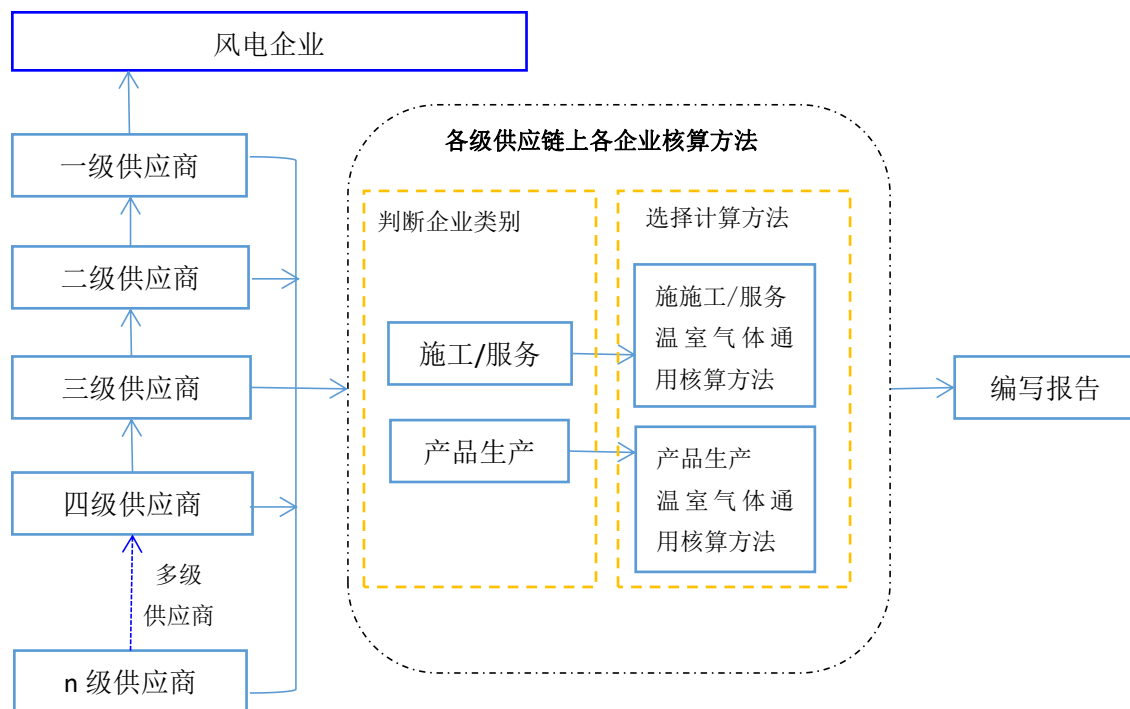


图3 标准内容层面技术路线图

风电企业供应链包含多级供应商。每级供应商包含多家企业。

风电企业应按照图中黑色虚线内容，对其供应链上各环节进行逐级核算，核算结果按照报告要求形成文本。

四、标准草案正文

1 范围

本标准规定了风电企业供应链温室气体排放量的核算范围、规范性引用文件、术语和定义、施工/服务项目温室气体通用核算方法、产品生产温室气体通用核算方法、数据质量要求、报告内容和格式、全供应链温室气体核算要求，以及以塔筒、叶片为最终产品的供应链温室气体核算方法等内容。

标准适用于风电企业供应链的温室气体排放量核算和报告。根据风电企业供应链特点，将其供应链上企业分为施工/服务类企业，产品生

产企业两大类，标准中针对施工/服务，产品生产两类行为的温室气体核算方法做出要求。

标准要求风电企业应依次对其供应链上各环节进行逐级核算，最终实现全供应链温室气体核算。

此外，本标准对风电企业供应链中以及以塔筒、叶片为最终产品的供应链温室气体核算方法做出明确规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 26337 供应链管理

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.1 温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业

GB/T 32151.5 温室气体排放核算与报告要求 第5部分：钢铁生产企业

DB 11/T 1418 低碳产品评价技术通则

ISO 14064-1 温室气体-第一部分：组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南

ISO14064-2 温室气体-第二部分：项目层次上对温室气体减排和清除增加的量化、监测和报告的规范及指南

ISO14064-3 温室气体-第三部分：温室气体声明审定与核查的规范及指南

ISO 14067 产品碳足迹

《省级温室气体清单编制指南（试行）》

《IPCC国家温室气体清单指南》（2006）

《工业其他行业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》

《机械设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》

《电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》

《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供应链 supply chain

生产及流通过程中，涉及将产品提供给最终用户所形成的网链结构。供应链可包括供应商、制造商、物流商、内部配送中心、分销商、批发商以及联系最终用户的其他实体。

3.2

温室气体 greenhouse gas

大气层中那些吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分。

本技术规范的温室气体是指《京都议定书》附件 A 所规定的六种温室气体，分别为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。

3.3

报告主体 reporting entity

对其供应链进行温室气体核算的风电企业。

3.4

设施 facility

属于某一地理边界、组织单元或生产过程的，移动或固定的一个装置、一组装置或一系列生产过程。

3.5

核算边界 accounting boundary

供应链上各企业需要进行温室气体排放核算的生产经营活动（主要指施工/服务、产品生产等）所涉及的范围。

3.6

施工/服务项目 construction/service project

施工/服务项目包括施工建设过程中设计场地平整，土石方工程，基础工程，主体结构工程等设备安装工程，装饰装修工程，完工场地清理等需进行的各种施工项目、办公及后勤服务，以及工程监理、检验检

测等服务项目。施工/服务项目内容直接影响核算边界的确定及数据源的选取。

3.7

目标产品 target products

需进行温室气体核算的产品。目标产品的选取直接影响核算边界的确定及数据源的选取。

3.8

货物周转量 turnover volume of freight transport

报告期内运输车辆实际运送的每批货物重量与其相应运送里程的乘积之和，计算单位：吨公里。

货物周转量=Σ 每批货物重量×该批货物的运送里程

3.9

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

3.10

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

3.11

购入使用的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力（蒸汽、热水）所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

3.12

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。例如每种燃料燃烧消耗量、净购入电量、净购入蒸汽量等。

3.13

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

3.14

碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

4 施工/服务项目温室气体核算通用方法

可按以下步骤核算施工/服务项目的温室气体排放量：

- （1）确定施工/服务项目内容
- （2）明确核算边界；
- （3）识别核算边界内涵盖的温室气体排放源类别及气体种类；
- （4）选择相应的温室气体排放量计算公式；
- （5）收集活动水平和排放因子数据；
- （6）将收集的数据代入计算公式得到各个排放源的温室气体排放量；

(7) 汇总计算项目温室气体排放量，按照规定的内容和格式撰写报告。

4.1 施工/服务项目内容的确定

根据核算报告的目的和要求，明确需要对报告主体进行核算的施工/服务项目内容。可以依据与施工/服务的需求方签订的合同等相关文件对项目内容进行界定。

4.2 施工/服务项目核算边界的确定

施工/服务项目的温室气体核算，应核算与该施工/服务项目相关的全部设施和业务产生的温室气体排放。其中，设施范围包括项目实施过程中直接使用的各种机械设备及辅助系统和附属系统。

4.3 排放源和气体种类识别

根据项目实际情况，所需资源、能源类型，所涉及的机械、设备、车辆类型等因素识别其应予核算和报告的排放源和气体种类。对于那些监测成本较高、不确定性较大、且贡献细微（排放量占总排放量的比例<1%）的排放源，有困难的企业可暂不报告但需在报告中阐述未报告这些排放源的理由。根据以上原则，项目需核算的排放源和气体种类包括但不限于：

(1) 化石燃料燃烧排放。指化石燃料在项目边界内全部的固定或移动设施中（如机械设备、运输车辆、废气处理装置等）与氧气充分燃烧生成的CO₂排放。化石燃料燃烧产生的温室气体排放主要为CO₂排放，此外，道路货物运输还需核算运输车辆化石燃料燃烧产生的CH₄和N₂O

排放，其排放量主要取决于车辆执行不同排放标准所采取的污染控制技术等因素。

(2) 尾气净化过程排放。在道路运输中，运输车辆使用尿素等尾气净化剂产生的 CO₂ 排放。

(3) 净购入的电力和热力产生的 CO₂ 排放。该部分排放实际上发生在生产这些电力或热力的企业，但由报告主体的消费活动引发，此处依照规定也计入报告主体的排放总量中。

4.4 施工/服务项目温室气体排放量计算

参考公式 (1)，得到施工/服务项目实施全过程所排放的温室气体总量。如果不存在公式 (1) 右项中的某类排放源可直接在公式 (1) 右项中剔除；如果存在除上述排放源之外的排放源且二氧化碳当量排放对报告主体温室气体排放总量的贡献大于 1%，还应分别核算这些排放源的温室气体排放量并在公式 (1) 右项中加总。

具体核算方法请参考附录一以及这些排放源所适用的相关 CB/T 32151 系列标准与《温室气体排放核算方法与报告指南》，并在报告中指明方法来源，本技术规范中不再赘述。

$$E_{\text{GHG}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \quad (1)$$

式中：

E_{GHG} 为项目核算报告期内温室气体排放总量，单位为吨 (tCO₂)；

$E_{\text{燃烧}}$ 为所消耗的燃料燃烧活动产生的 CO₂ 排放量，单位为吨 (tCO₂)；

$E_{\text{过程}}$ 主要为施工过程中除化石燃料燃烧、电力、热力外产生的 CO₂

排放量，单位为吨（tCO₂），如运输车辆在尾气净化过程由于使用尿素等还原剂产生的 CO₂ 排放量等；

$E_{\text{电力}}$ 为净购入的电力所对应的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{热力}}$ 为净购入的热力所对应的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂）。

4.5 活动水平数据和排放因子数据

4.5.1 选择和收集活动水平数据

根据核算目的和核算方法要求，选择和收集活动水平数据。施工/服务项目活动水平数据主要包括项目实施所需的能源和资源输入，如项目实施过程化石燃料、电力和蒸汽消耗数据等。活动水平数据可根据报告主体对能源消费的原始记录或统计台帐来确定，并详细阐述它们的监测计划及执行情况，包括数据来源或监测地点、监测方法、记录频率等。

4.5.2 确定排放因子

排放因子通常基于抽样测量或统计分析获得，也可选取权威文件中给出的缺省值，表示在给定操作条件下某一活动水平的代表性排放率或清除率。排放因子应：

- （1）来自公认的可信来源；
- （2）适用于相关的排放源；
- （3）在计算期内具有时效性；
- （4）考虑到量化的不确定性，并在计算时追求准确的、可再现的结果。

报告中应对排放因子的选择或确定作出解释，包括指明其来源。

5 产品生产温室气体核算通用方法

可按以下步骤核算目标产品温室气体排放量：

- (1) 确定目标产品
- (2) 确定产品生产过程的核算边界；
- (3) 识别核算边界内涵盖的温室气体排放源类别及气体种类；
- (4) 选择相应的温室气体排放量计算公式；
- (5) 现场收集活动水平和排放因子数据；
- (6) 根据收集的数据按照公式计算得到各个排放过程的温室气体排放量；
- (7) 计算目标产品温室气体排放量及单位目标产品温室气体排放量，按照规定的内容和格式撰写产品温室气体排放报告。

5.1 目标产品确定

选择需计算温室气体排放量的目标产品。目标产品一般为进入报告主体供应链中的产品。同一家企业的目标产品类别大于等于 1，具体根据其于报告主体的关系进行判断。

5.2 核算边界确定

负责产品生产的法人企业或视同法人的独立核算单位为企业边界，产品生产核算边界应在该企业边界内进行确定。

核算边界为：企业边界内，目标产品的所有生产场所和生产设施产生的温室气体排放，设施范围包括直接生产系统工艺装置、辅助生产系统和附属生产系统等。如图 4 所示。

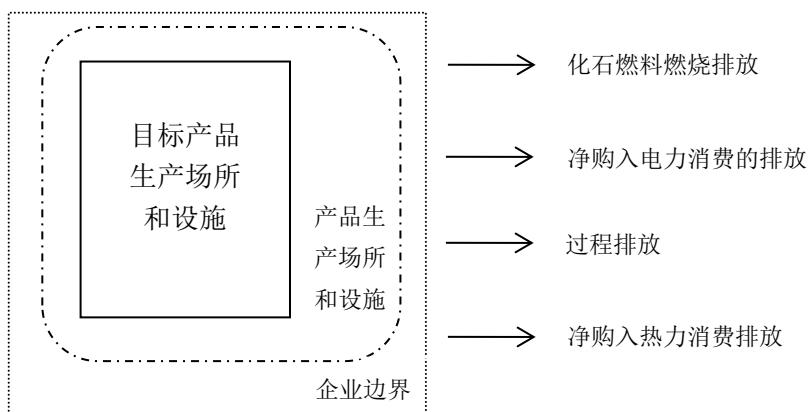


图 4 目标产品温室气体排放及核算边界

5.3 排放源和气体种类识别

根据目标产品实际生产活动和设施类型识别其应予核算和报告的排放源和气体种类。对于核算边界内监测成本较高、不确定性较大、且贡献比例较低（排放量占总排放量的比例 $<1\%$ ）的排放源，可暂不纳入温室气体核算报告但需在报告中阐述未报告这些排放源的理由。根据以上原则，企业需核算的排放源和气体种类包括但不限于：

（1）化石燃料燃烧排放。指化石燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备中（如锅炉、内燃机、废气处理装置等）与氧气充分燃烧生成的 CO_2 排放。

（2）工业生产过程排放。根据目标产品类别及生产工艺，确定工业生产过程排放的核算方式，如 CO_2 等保护气的温室气体排放等。

（3）净购入的电力和热力产生的 CO_2 排放。该部分排放实际上发生在生产这些电力或热力的企业，但由报告主体的消费活动引发，此处依照规定也计入报告主体的排放总量中。

5.4 目标产品温室气体排放总量

报告主体参考公式（1）加总目标产品生产制造过程所排放的温室气体总量。

$$E_{\text{GHG}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \quad (1)$$

式中：

E_{GHG} 为核算报告期内目标产品温室气体排放总量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧}}$ 为所消耗的燃料燃烧活动产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程}}$ 为在工业生产过程中产生的 CO₂ 排放量，产品生产过程排放应根据生产工艺的实际情况，选取相应的活动数据和排放因子进行核算，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{电力}}$ 为净购入的电力所对应的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{热力}}$ 为净购入的热力所对应的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂）。

5.5 活动水平数据和排放因子数据

5.5.1 选择和收集活动水平数据

根据核算目的和核算方法要求，选择和收集活动水平数据。产品生产活动水平数据主要包括生产过程中所需的能源和资源输入，如生产过程中化石燃料、电力和蒸汽消耗数据等。活动水平数据可根据报告主体对能源消费的原始记录或统计台帐来确定，并详细阐述它们的监测计划及执行情况，包括数据来源或监测地点、监测方法、记录频率等。

5.5.2 确定排放因子

排放因子通常基于抽样测量或统计分析获得，也可选取权威文件中

给出的缺省值，表示在给定操作条件下某一活动水平的代表性排放率或清除率。排放因子应：

- (1) 来自公认的可信来源；
- (2) 适用于相关的排放源；
- (3) 在计算期内具有时效性；
- (4) 考虑到量化的不确定性，并在计算时追求准确的、可再现的结果。

报告中应对排放因子的选择或确定作出解释，包括指明其来源。

5.6 单位目标产品温室气体排放量（目标产品排放强度）

5.6.1 单位目标产品温室气体排放量计算方法

计算公式如下：

$$E_{GHG\text{单位目标产品}} = E_{GHG} / Q_{\text{目标产品}} \quad (2)$$

其中，

$E_{GHG\text{单位目标产品}}$ 为单位目标产品温室气体排放量，单位为吨（tCO₂）；

E_{GHG} 为目标产品在核算报告期内温室气体排放总量，单位为吨（tCO₂）；

$Q_{\text{目标产品}}$ 为目标产品在核算报告期内的生产总量。

5.7 分配

若产品生产企业同时生产多种产品，且未对目标产品的相关数据进行单独计量/记录，则以该企业全厂的数据进行核算，对结果进行分配，得到单位目标产品的温室气体排放量。

5.7.1 分配原则

(1) 尽可能避免分配问题的出现，根据目标产品生产工艺流程及生产过程中计量的相关参数计算其排放量；

(2) 在无法避免分配的情况下，通过确定所核查工艺过程的所有输入或输出比例进行分配。

5.7.2 分配方法

涉及到多产品系统的分配，依据分配参数，以尽可能的反映系统本身的物理行为。分配参数将根据企业的实际情况采用不同产品的数量、重量、能量、能质、面积、体积等物理参数的比例进行分配，或采用产品价值进行分配。以物理参数分配为优。

6 数据质量要求

6.1 直接数据和间接数据

活动水平数据类型可分为直接数据和间接数据。

直接数据：直接数据包括项目实施所需的能量和资源输入。如项目实施过程化石燃料、电力和蒸汽消耗数据等。

间接数据：可通过直接数据计算获取，也可引用公用数据、参考数据等数据获取，间接数据应按数据优先级进行收集，可按下表进行。

温室气体排放因子获取优先级

数据类型	解释	优先级
测量/质能平衡排放因子	通过直接测量或采用质能平衡方法得到的排放因子	高
国家排放因子	基于国家特征获得的排放因子	低

6.2 直接数据质量要求

(1) 代表性：直接数据通常收集项目实施全过程的各种统计数据。

(2) 完整性：直接数据应该完整覆盖项目实施过程中所有与碳排放相关的数据。

(3) 准确性：直接数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于项目实际统计记录和现场测试报告。

(4) 再现性：为了保证再现性，除了提供直接数据结果外，还应提交直接数据相关的原始数据、折算系数、计算过程等证明材料。

(5) 一致性：直接数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

6.3 间接数据的质量要求

(1) 代表性：间接数据应根据科学合理的公式计算或引用公用数据。

(2) 完整性：间接数据应尽可能完整覆盖所有背景过程。

(3) 一致性：如果间接数据更新，则碳排放信息也应同时保持更新。

7 报告内容和格式

7.1 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括：

(1) 报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、组织机构代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

(2) 施工/服务项目或目标产品介绍。

施工/服务项目——括项目内容，项目周期，项目实施计划，项目涉及运输车辆及运输计划，项目所使用的设备、仪器的规格型号等。

目标产品——目标产品名称、规格、型号、年产量等。

7.2 温室气体排放量

以二氧化碳当量（CO₂e）的形式报告企业（或组织）在整个报告期内的施工/服务项目排放总量，并分别报告化石燃料燃烧 CO₂排放量、运输过程尾气CO₂排放量、企业净购入电力和热力隐含的 CO₂排放量，以及本技术规范未涉及但二氧化碳当量排放对报告主体温室气体排放总量的贡献大于 1%的其他排放源，并给出详细核算过程。

7.3 活动水平及其来源

应结合报告主体核算边界和排放源的划分情况，分别报告所核算的各个排放源的活动水平数据，并详细阐述它们的监测计划及执行情况，包括数据来源或监测地点、监测方法、记录频率等。

7.4 排放因子数据及来源说明

应分别报告各项活动水平数据所对应的含碳量或其它排放因子计算参数，如实测则应介绍监测计划及执行情况，否则说明它们的数据来源、参考出处、相关假设及其理由等。

7.6 其它希望说明的情况

分条阐述希望在报告中说明的其他问题等。

8 全供应链温室气体核算要求

依据供应链企业的不同类型，报告主体应选取相应的核算方法对供应链上各企业进行温室气体排放量计算，包括生产制造商、物流商、施工服务方等供应链上不同类型的企业。通过对供应商的逐级核算，实现整个供应链的温室气体核算。

9 以塔筒、叶片为最终产品的供应链温室气体排放量核算要求

塔筒、叶片为风电企业供应链中较具特色的供应链产品，根据本标准中的相关核算方法，以下内容分别对以塔筒、叶片为最终产品的供应链温室气体排放核算方法做出规定。

9.2 塔筒（有待细化）

以塔筒为最终产品的供应链核算范围包括：钢铁生产过程、塔筒生产过程、运输过程。

9.2.1 塔筒生产过程（有待细化）

依据标准中第5条要求进行计算。

（1）确定目标产品

目标产品为供给报告主体的塔筒。塔筒规格、数量与报告主体需求相一致。

（2）确定产品生产过程的核算边界；

塔筒生产过程核算边界包括但不限于：下料、开坡口、卷板、焊管

节、组对、焊法兰管、组焊筒体、预拼焊附件、喷漆防腐等过程。

(3) 识别核算边界内涵盖的温室气体排放源类别及气体种类；

项目单位核算边界内的排放源主要包括叉车、吊车使用柴油带来的排放、生产过程中焊机、切割机使用保护气带来的排放、和净购入使用的电力产生的排放，温室气体类型均为二氧化碳、甲烷、氧化亚氮。

(4) 选择相应的温室气体排放量计算公式；

化石燃料燃烧：柴油，见附录。

保护气：二氧化碳，见附录。

切割气体：乙烷、丙炔。切割气体一般情况下露天使用、排放，碳氧化率无法测量，此处认为完全燃烧，直接排放。由充装量与纯度相乘获得质量，换算成二氧化碳。

净购入使用电力：各种设备使用电力，见附录。

(5) 现场收集活动水平和排放因子数据；

根据核算和报告期内各种化石燃料消耗的计量数据来确定各种化石燃料的净消耗量，参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》提供的单位热值含碳量、碳氧化率数据。

电焊保护气、切割气体净使用量根据电焊保护气、切割气体的购售结算凭证以及企业台账；期初库存量、期末库存量取自企业的台账记录；购入量、售出量采用结算凭证上的数据。一般情况下，塔筒企业使用的二氧化碳保护焊和切割气体中其他气体含量较低且无法统计资料，因此，保护气体、切割气体产生排放量由充装量与纯度相乘获得。

企业净购入电量数据以企业电表记录的读数为准，如果没有电表记录，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据；排放因子选用国家主管部门最近年份公布的相应区域电网排放因子。

(6) 根据收集的数据按照公式计算得到各个排放过程的温室气体排放量；

(7) 汇总计算单位目标产品温室气体排放量，按照规定的内容和格式撰写产品温室气体排放报告。

塔筒企业一般同时生产多个风电企业的塔筒，在活动数据无单独计量的情况下，可对目标产品生产时间段内的所有产品生产排放进行核算，根据目标产品重量进行拆分。

9.2.2 钢铁生产过程

根据下游塔筒的需求，明确钢铁的规格、生产流程。

钢铁生产过程核算方法参见相关指南和国标要求。

9.2.3 运输过程

这里运输主要指钢铁生产商向塔筒制造商的运输过程。

运输过程核算方法参见标准第4天及相关指南要求。

9.3 叶片（叶片核算方法有待企业调研后进行补充）

以叶片为最终产品的供应链核算范围包括：叶片生产过程、复合材料生产过程、运输过程。

9.3.1 叶片生产过程（有待细化）

依据标准中第5条要求进行计算。

9.3.2 复合材生产过程（有待细化）

依据标准中第5条要求进行计算。

9.3.3 运输过程

运输过程核算方法参见标准第4天及相关指南要求。

附录A 核算方法

- 参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南》。以下给出部分供参考：

一、化石燃料燃烧排放

燃料燃烧活动产生的温室气体排放量是企业核算和报告期内各种化石燃料燃烧产生的温室气体排放量之和，如公式（2）所示，其中 CO₂ 排放量计算如公式（3）~（5）所示。道路货物运输企业还需计算由于运输车辆化石燃料燃烧产生的甲烷和氧化亚氮排放，其排放量计算如公式（6）和（7）所示。

$$E_{\text{燃烧}} = E_{\text{燃烧-CO}_2} + E_{\text{燃烧-CH}_4} + E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} \quad (2)$$

其中，

$E_{\text{燃烧}}$ 为核算和报告期内燃烧化石燃料生产的温室气体排放量，单位为吨 CO₂ 当量（tCO_{2e}）；

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ 为核算和报告期内燃烧化石燃料产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO_{2e}）；

$E_{\text{燃烧-CH}_4}$ 为核算和报告期内运输车辆燃烧化石燃料产生的 CH₄ 排放量，单位为吨（tCO_{2e}）；

$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}}$ 为核算和报告期内运输车辆燃烧化石燃料产生的 N₂O 排放量，单位为吨（tCO_{2e}）；

1. 二氧化碳排放量计算

$$E_{\text{燃烧-CO}_2} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (3)$$

其中，

AD_i 为核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。

EF_i 为第*i*种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO₂/GJ；

i 为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（4）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (4)$$

其中，

NCV_i 是核算和报告期内第*i*种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万Nm³）；

FC_i 是核算和报告期内第*i*种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（5）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

其中，

CC_i 为第*i*种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦 (tC/GJ)；

OF_i 为第*i*种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

2. 甲烷和氧化亚氮排放量计算

$$E_{\text{燃烧-CH}_4} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} \times 10^{-9} \quad (6)$$

$$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \times 10^{-9} \quad (7)$$

其中，

$k_{a,b,c}$ 为核算和报告期内运输车辆的不同车型、燃料种类、排放标准的行驶里程，单位为公里 (km)；

EF 为甲烷或氧化亚氮排放因子，单位为毫克甲烷 (氧化亚氮) / 公里 (mgCH₄(N₂O)/km)；

GWP_{CH_4} 、 $GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ 分别为 CH₄和 N₂O 的全球增温潜势。按IPCC 第二次评估报告推荐的、在100年时间尺度下的数值，CH₄ 和 N₂O 转换成 CO₂当量计的 GWP 值分别为21和310；

a 燃料类型，如柴油、汽油、天然气、液化石油气等；

b 车辆类型，如轿车、其他轻型车、重型车；

c 排放标准，如执行国 I 及以下、国 II、国 III 或国 IV 及以上排放标准。

3. 活动水平数据获取

在核算二氧化碳排放量时，活动水平数据包括项目在核算报告期内用于其移动源和固定源的各种化石燃料净消耗量及平均低位发热量；在核算甲烷和氧化亚氮排放量时，活动水平数据为项目在核算和报告期内运输车辆的不同车型、燃料种类、排放标准的行驶里程。

3.1 化石燃料净消耗量

采用能耗统计法作为获取化石燃料净消耗量的基本方法。对于运输车辆能耗统计基础相对薄弱的报告主体，须采用下述辅助方法对通过能耗统计法获取的运输车辆能耗数据进行核验，若两种方法获取的运输车辆能耗数据相差 $\pm 10\%$ 以上，须核对能源消费统计信息，重新进行统计核算。对于道路货物运输，运输车辆能耗可通过单位运输周转量能耗计算法进行计算和核验。

(1) 基本方法——能耗统计法

化石燃料消耗量包括在项目核算边界内全部移动或固定设备中燃烧的化石燃料消费量。可通过报告主体对项目的各种能源消费统计、项目现场相关统计数据或者查阅工程概预算文件来得到。

施工机械设备能源消耗能的输入也可依据《全国统一施工机械台班费用定额》及项目地所在省市的施工机械台班费用定额，对各个工序中

实际台班能耗进行列项分析，即可得各项机械设备在改工序所消耗的能源。

运输车辆能耗可依据项目相关统计信息进行计算：如运输车辆燃料消耗情况汇总资料，按车、按日记录车辆号牌、燃料类型、总质量、核定载质量或最大准牵引质量、出车日期、单运次行驶里程、单运次载质量和加油（气）量等。

（2）运输车辆能耗统计辅助方法1-单位运输周转量能耗计算法

企业运输车辆（仅考虑货运）化石燃料消耗量可通过其运输车辆单位运输周转量能耗和运输周转量计算得到，液体燃料和气体燃料计算分别如公式（8）和（9）所示。

$$FC_i = \sum ET_{\text{货运}j} \times RK_{\text{货运}j} \times 10^{-3} \quad (8)$$

$$FC_i = \sum ET_{\text{货运}j} \times RK_{\text{货运}j} \times 10^{-4} \quad (9)$$

其中，

FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的消耗量，对液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（ $\times 10^4 \text{Nm}^3$ ）；

$ET_{\text{货运}j}$ 是核算和报告期内第 j 个车型全部货运交通工具所完成的货物周转量，单位为百吨公里；

$RK_{\text{货运}j}$ 是第 j 个货运车型完成单位货物周转量所消耗的第 i 种燃料消费量，单位为千克（立方米）/百吨公里；

i 为燃烧的化石燃料类型；

j 为运输工具的产品型号。

$ET_{\text{货运}j}$ 应以企业统计数据为准，企业须提供相关的原始统计数据、相关财务报表和运输合同等材料。对于 $RK_{\text{货运}j}$ 企业可根据车辆类型、燃料种类及运输状况抽样统计单位运输周转量能耗，并以国家或地区交通主管部门最新发布的全国或地区运输车辆单位运输周转量能耗作为参考。

(3) 运输车辆能耗统计辅助方法2-单位行驶里程能耗算法

运输车辆化石燃料消耗量可通过其运输车辆单位行驶里程化石燃料消耗量和相应行驶里程计算得到，液体燃料和气体燃料消耗量分别通过公式（10）和（11）计算。

$$FC_i = \sum k_{ij} \times OC_{ij} \times C_i \times 10^{-5} \quad (10)$$

$$FC_i = \sum k_{ij} \times OC_{ij} \times 10^{-6} \quad (11)$$

其中，

FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的消耗量，对液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（ $\times 10^4 \text{Nm}^3$ ）；

k_{ij} 是核算和报告期内第 j 个车型全部运输工具的行驶里程，单位为公里（km）；

OC_j 是第 j 个车型运输工具的百公里燃油（气）量，单位为 升/百公里或立方米/百公里（L/100km；m³/100km）；

C_i 是第 i 种化石燃料的密度。汽油为 0.73 吨/立方米；柴油为 0.84 吨/立方米；液化天然气为 0.45 吨/立方米；

i 为燃烧的化石燃料类型；

j 为运输工具的产品型号。

k_{ij} 应以企业统计数据为准， OC_j 应以企业对其运输车辆分车型监测和统计为准。企业还应以交通运输部、工业和信息化部等政府部门发布的运输车辆综合燃料消耗量作为参考，验证所报告的运输车辆分车型单位行驶里程能耗监测数据。运输车辆综合燃料消耗量可通过下述来源获取：（1）对于总质量超过 3500 千克的运输车辆，可根据车辆产品型号在交通运输部“道路运输车辆燃料消耗量监测和监督管理信息服务网”查询其综合燃料消耗量；（2）对于总质量未超过 3500 千克的运输车辆，可根据车辆产品型号在工业和信息化部“中国汽车燃料消耗量网”查询其综合工况下燃料消耗量；（3）如无法查询到某型号运输车辆的百公里燃油量参数，可参考附录二表1中“货车各车型百公里能源消费统计表”缺省参数。

3.2 化石燃料平均低位发热量

企业可选择采用本技术规范提供的缺省值，如附录二表 2 所示。具备条件的企业可开展实测，或委托有资质的专业机构进行检测，也可采

用与相关方结算凭证中提供的检测值。如采用实测，化石燃料低位发热量检测应遵循《GB/T213 煤的发热量测定方法》、《GB/T384 石油产品热值测定法》和《GB/T22723 天然气能量的测定》等相关标准。

3.3 运输车辆的行驶里程

应以企业统计数据为准，企业须提供相关的汽车里程表数据 或 GPS 行车记录仪数据，以及维修记录、每班次出车原始记录或运输合同等辅助材料。

4. 排放因子数据获取

企业可采用单位热值含碳量和碳氧化率缺省值，如附录二表 2 所示；可采用本技术规范提供的甲烷、氧化亚氮排放因子缺省值，如附录二表3所示。

企业可参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南》提供的单位热值含碳量和碳氧化率数据。

二、过程排放

（一）尾气净化过程排放

1. 计算公式

应根据尾气净化剂类型及工作原理，确定其在尾气净化过程中产生的二氧化碳排放量。与尿素选择性催化还原器在运输车辆 中的使用有关的二氧化碳排放量可按公式（12）计算，

$$E_{\text{过程}} = M \times 12 / 60 \times P \times 44 / 12 \times 10^{-3} \quad (12)$$

其中，

$E_{\text{过程}}$ 为核算和报告期内企业运输车辆使用尿素作为尾气净化剂产生的二氧化碳排放量，单位为吨CO₂ (tCO₂)；

M 为核算和报告期内催化转化器使用消耗的尿素添加剂的质量，单位为千克 (kg)；

P 为尿素添加剂中尿素的质量比例，%。

2. 活动水平数据获取

以企业统计为准，企业应对安装尿素选择性催化还原器 (SCR) 系统的运输车辆进行计量和统计。

(二) 机械设备制造：二氧化碳气体保护焊产生的 CO₂ 排放
企业工业生产中，使用二氧化碳气体保护焊焊接过程中 CO₂ 保护气直接排放到空气中，其排放量按公式 (13) 和 (14) 计算。

$$E_{WD} = \sum_{i=1}^n E_i \quad (13)$$

$$E_i = \frac{P_i \times W_i}{\sum_j p_j \times M_j} \times 44 \quad (14)$$

其中，

E_{WD} 为二氧化碳气体保护焊造成的 CO₂ 排放量，tCO₂；

E_i 为第 i 种保护气的 CO₂ 排放量, tCO₂;

W_i 为报告期内第 i 种保护气的净使用量, t;

P_i 为第 i 种保护气中 CO₂ 的体积百分比, %;

P_j 为混合气体中第 j 种气体的体积百分比, %;

M_j 为混合气体中第 j 种气体的摩尔质量, g/mol ;

i 为保护气类型;

j 为混合保护气中的气体种类。

电焊保护气净使用量根据电焊保护气的购售结算凭证以及企业台账,按照公式(15)计算。其中,保护气的期初库存量、期末库存量取自企业的台账记录,购入量、售出量采用结算凭证上的数据。其他参数从保护气瓶上的标识的数据获取,或由保护气供应商提供。

$$W_i = IB_i + AC_i - IE_i - DI_i \quad (15)$$

其中,

W_i 为第 i 种保护气体的使用量,t

IB_i 为第 i 种保护气的期初库存量,t

IE_i 为第 i 种保护气的期末库存量,t

AC_i 为报告期内第 i 种保护气的购入量,t

DI_i 为报告期内第 i 种保护气向售出量,t

i 为含二氧化碳的电焊保护气体种类

(三) 电子设备制造:

生产过程排放主要由刻蚀与 CVD 腔室清洗工序产生,过程中产生

的温室气体排放由原料气的泄漏与生产过程中生成的副产品（温室气体）的排放构成。原料气包括但不限于：NF₃、SF₆、CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₆、c-C₄F₈、c-C₄F₈O、C₅F₈、CHF₃、CH₂F₂、CH₃F。副产品包括但不限于：CF₄、C₂F₆、C₃F₈。刻蚀工序与 CVD 腔室清洗工序产生的温室气体排放按公式(16)计算。

$$E_{FC} = \sum_i E_{EFC,i} + \sum_{i,j} E_{BP,i,j} \quad (16)$$

其中，

E_{FC} 为刻蚀工序与 CVD 腔室清洗工序产生的温室气体排放,tCO₂e

$E_{EFC,i}$ 为第*i*种原料气泄漏产生的排放, tCO₂e

$E_{BP,i,j}$ 为第*i*种原料气产生的第*j*种副产品排放, tCO₂e

i 为原料气的种类

j 为副产品的种类

每一种原料气的排放按公式(17)计算

$$E_{EFC,i} = (1-h) \cdot FC_i \cdot (1-U_i) \cdot (1-a_i d_i) \cdot GWP_i \quad (17)$$

其中，

$E_{EFC,i}$ 为第*i*种原料气体泄漏产生的排放, tCO₂e

h 为原料气容器的气体残余比例,%

FC_i 为报告期内第*i*种原料气的使用量,t

U_i 为第*i*种原料气的利用率,%

a_i 为废气处理装置对第*i*种原料气的收集效率,%

d_i 为废气处理装置对第*i*种原料气的去除效率,%

GWP_i 为第*i*种原料气的全球变暖潜势

i 为原料气的种类

原料气消耗量的计算按照公式 (18) 计算

$$FC_i = IB_i + P_i - IE_i - S_i \quad (18)$$

其中,

FC_i 为报告期内第*i*种原料气的使用量,t

IB_i 为第*i*种原料气的期初库存量,t

IE_i 为第*i*种原料气的期末库存量,t

P_i 为报告期内第*i*种原料气的购入量,t

S_i 为报告期内第*i*种原料气向外销售/输出量,t

刻蚀工序与 CVD 腔室清洗工序过程中产生的温室气体副产品按公式 (19) 计算。

$$E_{BP,i,j} = (1-h) \cdot B_{i,j} \cdot FC_i \cdot (1-a_j \cdot d_j) \cdot GWP_j \quad (19)$$

其中,

$E_{BP,i,j}$ 为第*i*种原料气产生的第*j*种副产品排放, tCO₂e

h 为原料气容器的气体残余比例,%

$B_{i,j}$ 为第*i*种原料气产生第*j*种副产品的转化因子,t 副产品/t

FC_i 为第*i*种原料气的利用量, t

a_i 为废气处理装置对第*j*种原料气的收集效率,%

d_i 为废气处理装置对第*j*种原料气的去除效率,%

GWP_i 为第 j 种原料气的全球变暖潜势

i 为原料气的种类

j 为副产品的种类

企业应以企业台账、统计报表、采购记录、领料记录等为依据确定原料气的使用量。原料气的利用率、原料气产生副产品的转化因子参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。废气处理装置对原料气与副产品的收集率和去除率由设备提供厂商提供,不能获得时采用相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中的相关推荐值。原料气容器的气体残余比例采用推荐值 10%。温室气体的全球变暖潜势采用 IPCC 第二次评估报告中的推荐值

（四）工业其他行业企业：碳酸盐使用过程 CO_2 排放

1. 计算公式

碳酸盐使用过程产生的 CO_2 排放根据每种碳酸盐的使用量及其 CO_2 排放因子计算：

$$E_{CO_2 \text{碳酸盐}} = \sum_i (AD_i \times EF_i \times PUR_i) \quad (20)$$

其中，

$E_{CO_2 \text{碳酸盐}}$ 为碳酸盐使用过程产生的 CO_2 排放量，单位为吨 CO_2 ；

i 为碳酸盐的种类。如果实际使用的是多种碳酸盐组成的混合物，应分别考虑每种碳酸盐的种类；

AD_i 为碳酸盐 i 用于原料、助熔剂、脱硫剂等的总消费量，单位为吨；

EF_i 为碳酸盐 i 的 CO_2 排放因子，单位为吨 CO_2/t 碳酸盐 i ；

PUR_i 为碳酸盐 i 以质量百分比表示的纯度。

2. 活动水平数据的获取

每种碳酸盐的总消费量等于用作生产原料、助熔剂、脱硫剂等消费量之和，应分别根据企业台帐或统计报表来确定。对于碳酸盐在使用过程中形成碳酸氢盐或 CO_3^{2-} 离子发生转移而未生 CO_2 的情形，这部分对应的碳酸盐使用量不计入活动水平。

3. 排放因子数据的获取

有条件的企业，可委托有资质的专业机构定期检测碳酸盐的质量百分比纯度或化学组分，并根据化学组分、分子式及 CO_3^{2-} 离子的数目计算得到碳酸盐的 CO_2 排放因子。碳酸盐化学组分的检测应遵循 GB/T3286.1、GB/T3286.9 等标准。企业如果有满足资质标准的检测单位也可自行检测。

在没有条件实测的情形下，可采用供应商提供的商品性状数据。一些常见碳酸盐的 CO_2 排放因子还可以直接参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》取缺省值。

三、净购入使用的电力和热力对应的排放

1. 计算公式

净购入使用的电力、热力（如蒸汽）所对应的生产活动的 CO_2 排放量按公式（21）、（22）计算。

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (21)$$

$$E_{\text{热力}} = AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (22)$$

式中：

$E_{\text{电力}}$ 为净购入使用的电力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{热力}}$ 为净购入使用的热力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$AD_{\text{电力}}$ 、 $AD_{\text{热力}}$ 分别为核算和报告期内净购入的电量和热力量（如蒸汽量），单位分别为兆瓦时（MWh）和百万千焦（GJ）；

$EF_{\text{电力}}$ 、 $EF_{\text{热力}}$ 分别为电力和热力（如蒸汽）的CO₂排放因子，单位分别为吨CO₂/兆瓦时（tCO₂/MWh）和吨CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）。

2. 活动水平数据获取

企业净购入电量数据以企业电表记录的读数为准，如果没有电表记录，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。企业应按净购入电量所在的不同电网，分别统计净购入电量数据。企业净购入热力数据以企业热计量表计量的读数为准，如果没有计量表记录，可采用供应商提供的供热量发票或者结算单等结算凭证上的数据。

3. 排放因子数据获取

电力排放因子应根据企业生产所在地及目前的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门最近年份公布的相应区

域电网排放因子。供热排放因子暂按0.11 tCO₂/GJ计，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

附录 B 相关参数缺省值

1 产品生产

- 根据目标产品类别，参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。在此只给出电力和热力排放因子，如下：

表 2.1 其他排放因子推荐值

参数名称	单位	CO ₂ 排放因子
电力消费的排放因子	tCO ₂ /MWh	采用国家最新发布值
热力消费的排放因子	tCO ₂ /GJ	0.11

- 参考《陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南》或其他相应《温室气体排放核算方法与报告指南》。

表 1 货车各车型百公里能源消费统计表

车辆类型	百公里油耗	数据来源
2 吨及以下（汽油）	13.0	全国公路水路交通量专项调查
大于 2 吨，小于或等于 4 吨（柴油）	20.2	全国公路水路交通量专项调查
大于 4 吨，小于 8 吨（柴油）	25.1	全国公路水路交通量专项调查
大于或等于 8 吨，小于 20 吨（柴油）	30.7	全国公路水路交通量专项调查
20 吨及以上（柴油）	35	全国公路水路交通量专项调查

表 2 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料品种		低位发热量	热值单位	单位热值含碳量 (t C/GJ)	燃料碳氧化率
固体 燃料	无烟煤	20.304	GJ/t	27.49×10^{-3}	94%
	烟煤	19.570	GJ/t	26.18×10^{-3}	93%
	褐煤	14.080	GJ/t	28.00×10^{-3}	96%
	洗精煤	26.334	GJ/t	25.40×10^{-3}	90%
	其他洗煤	8.363	GJ/t	25.40×10^{-3}	90%
	煤制品	17.460	GJ/t	33.60×10^{-3}	90%
	焦炭	28.447	GJ/t	29.40×10^{-3}	93%
液体 燃料	原油	42.620	GJ/t	20.10×10^{-3}	98%
	燃料油	40.190	GJ/t	21.10×10^{-3}	98%
	汽油	44.800	GJ/t	18.90×10^{-3}	98%
	柴油	43.330	GJ/t	20.20×10^{-3}	98%
	一般煤油	44.750	GJ/t	19.60×10^{-3}	98%
	石油焦	31.998	GJ/t	27.50×10^{-3}	98%
	液化天然气	41.868	GJ/t	17.20×10^{-3}	98%
	液化石油气	47.310	GJ/t	17.20×10^{-3}	98%
	焦油	33.453	GJ/t	22.00×10^{-3}	98%
	粗苯	41.816	GJ/t	22.70×10^{-3}	98%
	其他石油制品	41.031	GJ/t	20.00×10^{-3}	98%
气 体 燃料	炼厂干气	46.050	GJ/t	18.20×10^{-3}	99%
	焦炉煤气	173.540	GJ/万 Nm ³	13.60×10^{-3}	99%

高炉煤气	33.000	GJ/万 Nm ³	70.80× 10 ⁻³	99%
转炉煤气	84.000	GJ/万 Nm ³	49.60× 10 ⁻³	99%
密闭电石炉炉气	111.190	GJ/万 Nm ³	39.51× 10 ⁻³	99%
其他煤气	52.270	GJ/万 Nm ³	12.20× 10 ⁻³	99%
天然气	389.31	GJ/万 Nm ³	15.30× 10 ⁻³	99%

资料来源：1) 对低位发热量：《中国温室气体清单研究》；

2) 对单位热值含碳量：《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》；《省级温室气体清单指南（试行）》；

3) 对碳氧化率：《省级温室气体清单指南（试行）》。

表 3 不同类型车辆的 CH₄ 和 N₂O 排放因子(道路交通)

车辆类型	燃料	排放标准	N ₂ O 排放因子 (mg/km)	CH ₄ 排放因子 (mg/km)
除轿车外其他轻型车	汽油	国 I	122	45
		国 II	62	94
		国 III	36	83
		国 IV 及以上	16	57
	柴油	国 I	0	18
		国 II	3	6
		国 III	15	7
		国 IV 及以上	15	0
重型车	汽油	所有	6	140
		所有	30	175
	天然气	国 IV 及以上	-	900
		其他	-	5400

数据来源：《2005 年中国温室气体清单研究》

