

团 体 标 准

T/IPIF 0020—202X

栽培大型海藻碳足迹核算与评价标准

Accounting and assessment standard for carbon footprint of cultivated
macroalgae

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

广东省知识产权投融资促进会 发布

目 次

前言	II
引言	III
栽培大型海藻碳足迹核算与评价标准	1
1 范围	1
2 规范性文件	1
3 术语和定义	1
4 栽培大型海藻碳足迹计算	4
4.1 功能单位	4
4.2 系统边界	4
4.3 数据	4
4.4 计算	5
5 碳足迹评价程序	8
5.1 评价流程	9
5.2 评价报告	9
附录 A	11
附录 B	14
附录 C	16
附录 D	18
参考文献	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件由暨南大学提出。

本文件由广东省知识产权投融资促进会归口。

本文件起草单位：暨南大学、澳门科技大学、南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）、广东海洋协会、广州碳排放权交易中心有限公司、广东海珍海藻生物科技有限公司。

本文件主要起草人：董雅红、沈洪涛、杨宇峰、王庆、王徐、颜庆云、陈竹、彭勃、肖斯锐、陈浩、张怡、麦克。

引 言

近年来，由于温室气体排放量逐年上升，导致全球变暖、气候变化等问题，已成为当前世界各国所关注的重要议题。2020年9月22日，国家主席习近平在第75届联合国大会一般性辩论上宣布了中国2030年前二氧化碳排放达峰目标和2060年前碳中和愿景。与陆地碳汇标准建设情况相比，海洋碳汇的评价标准、海洋碳汇产业、产品的碳足迹标准仍处于空白阶段。2021年12月，广东省人民政府办公厅印发《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，提出促进海洋经济全面绿色低碳转型，探索培育蓝色碳汇产业。因此，有必要加快蓝碳相关核算、方法、评价等标准的研究，建立海洋碳指纹、碳足迹、碳标签的方法与技术标准，并提出核算步骤与操作规范、评价标准，从而促进未来建立健全的海洋碳汇交易体系。

大型海藻作为近海初级生产者的重要组成部分，吸收二氧化碳合成有机物，是重要的生物蓝碳资源。因此，发展大型海藻的产业是减少温室气体排放的一种有效手段。规模栽培大型海藻不但在减缓全球升温和降低大气二氧化碳方面具有巨大潜力，还可防治近海富营养化、海洋酸化、有害藻华等环境问题。此外，栽培大型海藻具有成本低、产量高、栽培可控性强等优势，是近海可形成产业化的蓝碳，也是值得推崇的海洋碳汇可持续发展模式。

通过运用生命周期评价理论与方法学，整理、汇集大型海藻在栽培阶段的相关科学研究成果，提出大型海藻产品的各生命周期环节的碳足迹核算方法，即从“摇篮到大门”的碳足迹核算。同时提出对于核算边界、功能单位、阶段原则、数据质量等方面的要求。在此基础上，进一步提出对于栽培大型海藻碳足迹评价的要求，从而指导第三方核查机构能够根据本文件进行栽培大型海藻碳足迹的核查与评价。

栽培大型海藻碳足迹核算与评价标准

1 范围

本文件规定了栽培大型海藻碳足迹核算与评价的术语和定义、原则、系统边界、计算方法、数据收集、碳足迹评价程序等内容。

本文件适用于核算与评价大型海藻在形成鲜菜或干菜产品之前的上游生命周期过程的碳足迹。

2 规范性文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 24040-2008 环境管理生命周期评价原则与框架

GB/T 24041-2000 环境管理生命周期评价目的与范围的确定和清单分析

GB/T 24044-2008 环境管理生命周期评价要求与指南

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

HY/T 0349-2022 海洋碳汇经济价值核算方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大型海藻 macroalgae

一类多细胞的无真正根、茎、叶分化的海洋孢子植物，其基部有固着器。

3.2

大型海藻栽培 macroalgae cultivation

区别于自然生长的大型海藻，特指人工栽培大型海藻过程。

3.3

温室气体 greenhouse gas (GHG)

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成份。

注：本文件所核算温室气体主要包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）。

3.4

碳源 carbon source

向大气中排放温室气体的物理单元或过程。

3.5

碳汇 carbon sequestration

从大气中清除温室气体的物理单元或过程。

3.6

大型海藻碳汇 macroalgae carbon sequestration

利用大型海藻从空气或海水中吸收并固定二氧化碳的过程、活动、机制和能力。

3.7

温室气体排放 GHG emission

在特定时间段内释放到大气层中的温室气体总质量（以质量单位计算）。

3.8

温室气体清除 GHG removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体量（以质量单位计算）。

3.9

温室气体排放因子/清除因子 GHG emission/removal factor

将活动数据与温室气体排放或清除相关联的因子。

3.10

直接温室气体排放 direct GHG emission

组织拥有或控制的碳源的温室气体排放。

3.11

能源间接温室气体排放 energy indirect GHG emission

组织所消耗的外部电力、热力或蒸汽的生产而造成的温室气体排放。

3.12

温室气体活动水平数据 GHG activity data

温室气体排放或清除活动的测量值。

3.13

碳足迹 carbon footprint

企业结构、活动、产品或个人通过交通运输以及各类生产过程等引起的温室气体排放与清除的集合，以二氧化碳当量表示。

3.14

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent, CO₂ equivalent (CO₂eq)

描述温室气体的辐射强度与二氧化碳的辐射强度相比较的单位。

3.15

全球变暖潜力值 global warming potential (GWP)

描述在给定的时间段内，单位质量指定温室气体相对于等量二氧化碳的辐射强度影响的因子。

3.16

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。

3.17

产品 product

商品或服务。

3.18

过程 process

将输入转化为输出的一组相互关联或相互作用的活动。

3.19

系统边界 system boundary

基于一组原则的边界，这些原则表示哪些单元过程是研究的系统的一部分。

- 3.20
功能单位 functional unit
用作基准单位的量化的产品系统性能。
- 3.21
原材料 raw material
用于生产产品的主要或次要材料。
- 3.22
输入 input
进入单元过程的产品、材料或能量流。
注：产品和材料包括原材料、中间产品和副产品。
- 3.23
输出 output
离开单元过程的产品、材料或能量流。
注：产品和材料包括原材料、中间产品、副产品和排放物。
- 3.24
分配 allocation
在研究的产品系统和其他产品系统之间划分过程或产品系统的输入和输出流。
- 3.25
截断原则 cut-off criteria
将单元过程或产品系统排除在研究之外的物质或能量流的数量或相关的环境重要性水平的规范。
- 3.26
生命周期 life cycle
与产品相关的连续和相互关联的阶段，从原材料采购或从自然资源发电到报废处理。
- 3.27
生命周期评估 life cycle assessment (LCA)
对产品系统在其整个生命周期的输入、输出和潜在环境影响的汇编和评估。
- 3.28
生命周期清单分析 life cycle inventory analysis (LCI)
生命周期评估阶段，对产品在其整个生命周期涉及产品输入和输出的编译和量化。
- 3.29
生命周期影响评价 life cycle impact assessment (LCIA)
生命周期评价阶段，了解和评估产品在其生命周期中存在的潜在环境影响之规模和重要性。
- 3.30
废物 waste
栽培大型海藻过程中所产生的需要弃置的固体物质。
- 3.31
初级数据 primary data
对于某个活动的直接测量。
- 3.32
次级数据 secondary data
从某个活动直接测量以外的来源获得的数据。
- 3.33

数据质量 data quality

与满足规定要求的功能相关的数据特征。

3.34

不确定性 uncertainty

与表征值分散的量化结果相关的参数，可以合理地归因于量化的数值。

4 栽培大型海藻碳足迹计算

4.1 功能单位

功能单位为生产指定重量（如：一吨）某大型海藻品种（如：龙须菜、紫菜等），并指明是湿重或干重。碳足迹计算与评价报告中应以每功能单位的二氧化碳当量来记录结果。

4.2 系统边界

本文件涵盖大型海藻形成鲜菜或干菜产品前的上游生命周期过程，包括以下五个生命周期阶段：

1) 原材料生产阶段：包括大型海藻形成鲜菜或干菜产品前需要的各项原材料以及辅助材料的生产 and 加工，这些材料主要包括种苗、肥料、消耗类设施（如：细绳、粗绳、浮球、竹筏、筏架等）以及其他所需材料。

2) 原材料运输阶段：包括将上述原材料从其产地运输到大型海藻栽培海区的过程。运输方式可能包括陆路运输、海陆运输等。

3) 大型海藻栽培阶段：包括大型海藻栽培过程的种苗进行夹苗、形成栽培筏架、调节水层、调整筏架等维系操作，直到收获的过程。

4) 大型海藻收菜阶段：收获大型海藻制成鲜藻产品或晒干后形成干藻产品。

5) 废物处理阶段：包括对大型海藻栽培形成的固体废弃物（如：不再重复使用的苗绳、浮球、筏架、丢弃的大型海藻等）进行固废运输以及固废处置。

在以上设定的系统边界内，需要先分别核算大型海藻栽培阶段的温室气体排放和清除量，再合并获得总温室气体排放量。其中，需要核算的碳源包括：各项运输排放（上游陆路运输原材料，栽培中期海路运输以及维护，下游固废运输和成菜运输）、电力间接排放（原材料生产过程，收割过程）、废物处理等过程的温室气体排放量。需要核算的碳汇是栽培阶段内大型海藻通过光合作用吸收和二氧化碳固碳量。

4.3 数据

4.3.1 数据收集

收集系统边界内所有单元过程的定性资料和定量数据。通过测量、计算或估算而收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出。测量标准可参考 GB/T 24044-2008。数据类型主要包括活动水平数据和排放因子等。活动水平数据包括原材料、能源消耗和废弃物量等，优先使用初级数据，初级数据的收集应采用产品生产和使用过程中形成的台账或统计报表来确定。能源消耗量的测量仪器应符合 GB 17167-2006 的要求。排放因子可参考国家相关部门或行业发布的数据。

4.3.2 截断原则

大型海藻碳足迹评价应包括所界定的系统边界内可能对碳足迹有实质性贡献的所有温室气体排放

与清除，忽略的单元过程所产生的温室气体排放量（或清除量）的总和不得超过系统边界定义的总温室气体排放量（或清除量）的 5%。

4.3.3 数据质量

大型海藻碳足迹计算应使用能尽可能降低偏向性和不确定性的最高质量数据。应选取能满足评价目标和内容的初级数据和次级数据。数据的质量应从定量和定性两个方面来衡量，衡量时应考虑以下方面：

技术代表性：数据反映实际生产技术情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；

时间代表性：数据应当反应单元过程的实际时间；

地理代表性：排放因子等相关参数的选择考虑单元过程所处的地理位置；

数据完整性：按照数据截断原则，判断是否已收集各生产过程的主要消耗和排放数据，尽可能避免数据缺失，无法避免的缺失数据需在报告中说明；

数据准确性：是指所收集的数据值与真值的接近程度。应优先考虑最准确的数据，估算或引用文献的数据需在报告中说明；

数据一致性：在分析的各个部分中是否以统一的方式开展数据选择，需要作出定性评价，存在不一致情况时需在报告中说明。

4.3.4 数据分配

分配应满足 GB/T 24040-2008 及 GB/T 24044-2008 的相关要求。

注 1：如对于辅助过程或废物处理过程，分配应基于产量。

注 2：如分析的大型海藻与其它副产品一起运输，则应基于产品重量或其它制约因素来对运输产生的温室气体排放进行分配。

4.4 计算

大型海藻形成鲜菜或干菜产品前的生命周期过程的碳足迹，包括五个生命周期阶段的温室气体排放量，计算公式如下：

$$GHG = \sum_{i=1}^n GHG_i \quad (1)$$

式中：

GHG ——大型海藻上游生命周期过程的 GHG 排放总量（tCO₂eq）；

GHG_i ——大型海藻上游生命周期过程内各阶段的 GHG 排放总量（tCO₂eq）；

i ——大型海藻上游生命周期过程内各阶段（ $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ）。

五个阶段的计算公式分别如下：4.4.1 原材料生产；4.4.2 原材料运输；4.4.3 大型海藻栽培；4.4.4 大型海藻收菜；4.4.5 废物处理。

4.4.1 原材料生产

该阶段生产制造各项所需原材料，主要包括种苗、肥料和消耗类设备（细绳、粗绳、浮球、竹筏、

筏架等)。该阶段的 GHG 排放主要来自化石燃料燃烧、过程排放以及外购电力，按公式 (2) 计算：

$$GHG_1 = \sum_{j=1}^m AD_j \times EF_j \times GWP_j \quad (2)$$

式中：

GHG_1 ——原材料生产阶段的 GHG 排放总量 (tCO₂eq)；

AD_j ——第 j 种类型的活动水平数据；

EF_j ——第 j 种类型活动相应的二氧化碳排放因子；

GWP_j ——第 j 种化石燃料的全球变暖潜能因子，参见附录 B；

j ——该阶段内不同类型的活动 ($j = 1, 2, \dots, m$)。

注：能源燃烧的活动水平数据包括能源消耗量，工业活动水平数据包括原材料产量、排放温室气体的化学物质使用量等，外购电力的活动水平数据主要是电力消耗量，每项活动水平的具体计量单位需根据其特性。

4.4.2 原材料运输

这部分涵盖大型海藻原材料运输排放总和，该阶段的 GHG 排放主要是来自化石燃料燃烧。根据所用的车、船使用燃料种类，按公式 (3) 计算：

$$GHG_2 = \sum_j^n AD_j \times EF_j \times GWP_j \quad (3)$$

式中：

GHG_2 ——原材料运输阶段的 GHG 排放总量 (tCO₂eq)；

AD_j ——第 j 种化石燃料的活动水平 (GJ)；

EF_j ——第 j 种化石燃料的二氧化碳排放因子 (tCO₂/GJ)；

GWP_j ——第 j 种化石燃料的全球变暖潜能因子，请参考附录 B；

j ——化石燃料种类。

其中，活动水平数据获取：

核算系统边界内，大型海藻原材料运输使用的各种燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积，按公式 (4) 计算：

$$AD_j = NCV_j \times FC_j \quad (4)$$

式中：

AD_j ——栽培阶段边界内第 i 种化石燃料的活动水平 (GJ)；

NCV_j ——栽培阶段边界内第 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 (GJ/t)，对气体燃料，单位为 (GJ/万 Nm³)；

FC_j ——栽培阶段边界内第 i 种化石燃料的净消耗量。对固体或液体燃料，单位为 (t)，对气体燃料，单位为 (万 Nm³)；

j ——化石燃料种类。

注：燃料的净消耗量，优先采用栽培地区系统边界内直接实测的初级数据。若没有直接实测数据，可通过计量每项运输交通工具（如：汽车、轮船）的里程数及交通工具的具体型号进行估算。

排放因子数据获取：由燃料的单位热值含碳量和碳氧化率等参数计算获得，按公式（5）计算：

$$EF_j = CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中：

EF_j ——第 j 种燃料的二氧化碳排放因子（tCO₂/GJ）；

CC_j ——第 j 种燃料的单位热值含碳量（tC/GJ），采用附录 C 所提供的推荐值；

OF_j ——第 j 种化石燃料的碳氧化率（%），采用附录 C 所提供的推荐值；

j ——化石燃料种类；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子量之比。

4.4.3 大型海藻栽培

该阶段需核算在海上栽培区进行维系（如：乘船去调整竹筏）的运输排放量和大型海藻碳汇量相加所得的 GHG 总排放量，其中运输排放来自化石燃料燃烧排放。按以下公式计算：

$$GHG_3 = GHG_{运输} - GHG_{碳汇} \quad (6)$$

式中：

GHG_3 ——大型海藻栽培阶段的 GHG 排放总量（tCO₂eq）；

$GHG_{运输}$ ——大型海藻栽培阶段进行海上管理工作的运输排放（tCO₂eq），参考公式（2）原材料运输部分的计算公式；

$GHG_{碳汇}$ ——系统边界内大型海藻通过光合作用吸收和固定的二氧化碳含量（tCO₂eq），拟参见《海洋碳汇经济价值核算方法》（HY/T 0349-2022）进行计算。

4.4.4 大型海藻收菜

该阶段的 GHG 排放主要来自乘船收割所产生的运输排放，以及收割鲜菜以及晾晒处理中需要用到的电动机械（如：绳索分离机）所产生的电力间接排放，按以下公式计算：

$$GHG_4 = GHG_{运输} + GHG_{电力} \quad (7)$$

式中：

GHG_4 ——大型海藻收菜阶段的 GHG 排放总量（tCO₂eq）；

$GHG_{运输}$ ——收菜阶段所产生的运输排放（tCO₂eq），参考公式（2）原材料运输部分的计算公式；

$GHG_{\text{电力}}$ ——收菜阶段所产生的电力间接排放（tCO₂eq）。

其中，电力间接排放按以下公式计算：

$$GHG_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (8)$$

$AD_{\text{电力}}$ ——收割阶段使用的电量（MWh）；

$EF_{\text{电力}}$ ——区域电网年平均供电排放因子（tCO₂/MWh）。

其中，电力间接排放的活动水平数据获取：以栽培地区所在单位电表记录的读数为准。

排放因子数据获取：区域电网年平均供电排放因子应根据大型海藻栽培地址及目前的东北、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进行计算，请参考附录 D。

4.4.5 废物处理

该部分包含大型海藻栽培所产生的固体废弃物运输排放，以及固废处理导致的温室气体排放。该阶段计算公式为：

$$GHG_5 = GHG_{\text{运输}} + GHG_{\text{固废处理}} \quad (9)$$

式中：

GHG_5 ——大型海藻废物处理阶段的 GHG 排放总量（tCO₂eq）；

$GHG_{\text{运输}}$ ——废物处理阶段的固废运输产生的 GHG 排放总量（tCO₂eq），计算参考公式（2）原材料运输部分的计算公式；

$GHG_{\text{固废处理}}$ ——固废处理导致的温室气体排放，应分为栽培设施和丢弃的大型海藻两个部分计算，再加总。

第一部分：废弃的苗绳、筏架、浮球等栽培设施的处理过程导致的温室气体排放，应根据栽培地区所采用的固废处理方式（填埋处理，焚烧处理）进行相应的计算，计算公式参照《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》中。

其中，对于固废处理导致的温室气体排放估算，所需的水平数据包括：系统边界内固废产生量、固废填埋量或焚烧量、固废物理成分。可直接测量获得，或者通过栽培地区的城管执法局、生态环境局等相关部门获得。所需的排放因子包括：（1）填埋处理：CH₄修正因子、可降解有机碳、可分解的有机碳的比例、CH₄回收量氧化因子；（2）焚烧处理：废弃物碳含量、废物碳在碳总量中的百分比、焚烧效率。根据栽培地区实际情况测量，或者可参考栽培地区所在市县（区）推荐值。

第二部分：丢弃的大型海藻造成的温室气体排放，用大型海藻生物量乘以其含碳量除以二氧化碳含碳量计算。

5 碳足迹评价程序

5.1 评价流程

栽培大型海藻碳足迹评价包括三个步骤：准备阶段、实施阶段、报告阶段。

1) 准备阶段

评价机构与评价委托方签订协议，签订协议之前，明确评价的具体目标，包括大型海藻品种、开展原因、预期用途等。评价方签订协议后，确定评价小组成员，并要求委托方在商定日期内提供相关文件。

2) 实施阶段

通过文件评审，初步确定功能单位、系统边界、时间地理范围、生命周期阶段等内容，并确定现场走访方案。根据文件评审结果，明确核查目的、核查计划、抽样计划等，确定现场核查程序。核查组应对现场收集的信息的真实性进行验证，确保能满足核查的要求。必要时，可以在获得委托方同意后，采用复印、记录、摄影等方式保存相关记录。

3) 报告阶段

根据文件评审和现场审核的结果，完成评价报告的编制，报告应真实、客观，并采用统一格式。评价方按签订协议规定的日期将报告交付给委托方。

5.2 评价报告

栽培大型海藻碳足迹报告应记录碳足迹的量化记过，至少包含以下内容：

1) 基本情况

包括但不限于委托方/评价方基本情况介绍，生产的大型海藻品种名称、特性、生长描述；

2) 功能单位

碳足迹计算与评价所基于的功能单位；

3) 系统边界

大型海藻生命周期阶段定义、地理范围等内容；

4) 核算期

碳足迹机选与评价所基于的时间周期；

5) 计算方法

包括但不限于各排放源排放计算公式，如化石燃料燃烧、电耗的排放计算公式等；

6) 数据截断原则描述

忽略的单元过程所产生的温室气体排放量（或清除量）的总和不得超过系统边界定义的总温室气体排放量（或清除量）的百分比；

7) 碳足迹计算

各阶段碳排放源计算程序；

8) 结果与分析

包括但不限于碳足迹贡献分析、清单灵敏度分析等内容；

9) 结论和数据质量说明

包括但不限于活动数据收集及排放系数来源说明、生命周期碳足迹结果质量及说明等内容；

10) 其他需要说明的情况

包括但不限于对报告的使用者、管理保存方法、有效期、保密性等相关说明；

11) 参考文献

报告涉及的所有参考文献说明；

12) 支持性文件

报告涉及的相关支持材料清单及附件；

T/IPIF 0020—202X

大型海藻碳足迹评价报告框架可参考附录 A。

附 录 A
(资料性)
大型海藻碳足迹评价报告框架

大型海藻品种名称：_____

单位名称：_____

评价报告编号：_____

评价依据：_____

评价结论：_____单位（填写大型海藻栽培单位全名）生产的_____（填写所评价的大型海藻品种名称），从原材料生产到收割成菜的上游生命周期的碳足迹为_____ tCO₂eq/功能单位（填写所评价的大型海藻的功能单位）。

批准人：_____（签名）

评价机构：_____（盖章）

批准日期：_____年_____月_____日

一、基本情况

表 1 基本情况表

生产单位	单位名称	
	单位地址	
	法定代表人	
	联系人	
	联系方式	
评价产品	大型海藻品种	
	品种介绍	
	功能单位	

二、评价目标

XXXX

三、系统边界及范围

1. 系统边界及范围描述

XXXX

2. 生命周期流程图

XXXX

四、计算方法

XXXX

五、碳足迹计算

1. 各阶段活动数据及排放因子说明

表 2 产品各阶段活动数据说明

周期阶段	活动数据	单位	数据来源
原材料生产			
原材料运输			
大型海藻栽培			
大型海藻收菜			
废物处理			

2. 产品生命周期碳足迹清单及说明

_____（每功能单位的大型海藻）从制造阶段到使用阶段的碳足迹为_____tCO₂eq。
各阶段的排放情况及占比如下表。

表 3 每功能单位的产品生命周期阶段排放情况及占比

周期阶段	碳足迹（tCO ₂ eq）	百分比（%）
原材料生产		
原材料运输		
大型海藻栽培		
大型海藻收菜		

废物处理		
总计		

3. 其他说明

XXXX

六、结果与分析

XXXX

七、数据质量评估

XXXX

八、报告管理及保存

本报告由 XX 单位 XX 部门以纸质版/电子版的形式保管，保存年限为 XX 年，报告有效期为 XX 年；报告可用于 XXX 用途，报告中 XXX 为保密性信息，如须使用请联系相关方。

九、参考文献

XXXX

十、支持性文件

XXXX

附录 B

(资料性)

表 4 全球变暖潜力值 (GWP)

工业名称或通用名称	化学分子式	100 年 GWP (tCO ₂ eq/t)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	25
氧化亚氮	N ₂ O	298
氢氟碳化物		
HFC-23	CHF ₃	14,800
HFC-32	CH ₂ F ₂	675
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3,500
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,430
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4,470
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3,220
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9,810
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	794
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1,640
全氟化合物		
六氟化硫	SF ₆	22,800
三氟化氮	NF ₃	17,200
PFC-14	CF ₄	7,390
PFC-116	C ₂ F ₆	12,200
PFC-218	C ₃ F ₈	8,830
PFC-318	c-C ₄ F ₈	10,300
PFC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	8,860
PFC-4-1-12	C ₅ F ₁₂	9,160
PFC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	9,300
PFC-9-1-18	C ₁₀ F ₁₈	>7,500
三氟甲基五氟化硫	SF ₅ CF ₃	17,700
氟化醚		

HFE-125	CHF_2OCF_3	14,900
HFE-134	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$	6,320
HFE-143a	CH_3OCF_3	756
HCFE-235da2	$\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$	350
HFE-245cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	708
HFE-245fa2	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	659
HFE-254cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	359
HFE-347mcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	575
HFE-347pcf2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	580
HFE-356pcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$	110
HFE-449sl(HFE-7100)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OCH}_3$	297
HFE-569sf2(HFE-7200)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$	59
HFE-43-10pccc124(H-Ga lden 1040x)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$	1,870
HFE-236ca12(HG-10)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$	2,800
HFE-338pcc13(HG-01)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{OCHF}_2$	1,500
全氟聚醚		
PFPME	$\text{CF}_3\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OCF}_3$	10,300
碳氢化合物和其他化合物-直接作用		
二甲醚	CH_3OCH_3	1
二氯甲烷	CH_2Cl_2	8.7
甲基氯	CH_3Cl	13
注：来源 IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Table 2.14。数据仅供参考，开展产品碳足迹核算时应注意使用政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的最新数据，或根据核算目标及核算依据进行调整。		

附录 C

(资料性)

表 5 常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/×10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率
固体 燃料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4 ^b ×10 ⁻³	94%
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1 ^b ×10 ⁻³	93%
	褐煤	t	11.9 ^c	28 ^b ×10 ⁻³	96%
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90%
	其它洗煤	t	12.545 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90%
	型煤	t	17.460 ^d	33.6 ^b ×10 ⁻³	90%
	石油焦	t	32.5 ^c	27.5 ^b ×10 ⁻³	98%
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.60 ^d ×10 ⁻³	90%
	焦炭	t	28.435 ^a	29.5 ^b ×10 ⁻³	93%
液体 燃料	原油	t	41.816 ^a	20.1 ^b ×10 ⁻³	98%
	燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b ×10 ⁻³	98%
	汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b ×10 ⁻³	98%
	柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b ×10 ⁻³	98%
	一般煤油	t	43.070 ^a	19.6 ^b ×10 ⁻³	98%
	液化天然气	t	44.2 ^c	17.2 ^b ×10 ⁻³	98%

	液化石油气	t	50.179 ^a	17.2 ^b ×10 ⁻³	98%
	石脑油	t	44.5 ^c	20.0 ^b ×10 ⁻³	98%
	其它石油制品	t	40.2 ^c	20.0 ^b ×10 ⁻³	98%
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.3 ^b ×10 ⁻³	99%
注：数据来源 a：《中国能源统计年鉴 2019》，b：《省级温室气体清单编制指南（试行）》，c：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，d：《中国温室气体清单研究》（2007）。					

附 录 D

(资料性)

表 6 中国区域电力和热力平均 CO₂ 排放因子

名称	数值	单位
电力排放因子	0.5810*	tCO ₂ /MWh
热力排放因子	0.11	tCO ₂ /GJ

注：来源《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）、《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施(2022年修订版)》。

*建议使用区域电网最新排放因子。

参考文献

- [1] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
 - [2] 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 Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removal
 - [3] ISO 14064-3 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 Greenhouse gases – Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions
 - [4] ISO/TS 14067:2013 温室气体 产品碳足迹 量化与通报要求及指南 Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification and communication
 - [5] PAS 2050:2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
 - [6] 《中国能源统计年鉴 2019》
 - [7] 《省级温室气体清单编制指南（试行）》
 - [8] 《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
 - [9] 《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施（2022 年修订版）》
 - [10] 《中国温室气体清单研究》（2007）
 - [11] 《林业碳汇项目审定和核证指南》
 - [12] 《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》
 - [13] SZDB/Z 166-2016 产品碳足迹评价通则
 - [14] T/ DZJN 001—2018 电器电子产品碳足迹评价通则
-