

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 反 渗透膜元件

Greenhouse gases—Quantification methodologies and requirements for carbon  
footprint of products—Reverse Osmosis Membrane Element

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 量化目的和流程 .....	4
5 清单分析 .....	6
6 影响评价 .....	8
7 结果解释 .....	10
8 产品碳足迹报告 .....	10
附录 A（资料性附录）数据收集清单 .....	11
附录 B（规范性附录）数据质量评价方法 .....	12
附录 C（资料性附录）相关参数 .....	13
附录 D（资料性附录）温室气体全球变暖潜势 .....	15
附录 E（资料性附录）产品碳足迹报告模板 .....	16

## 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》的规定起草。

本文件由××××提出。

本文件由中国膜工业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 反渗透膜元件

## 1 适用范围

本标准规定了反渗透膜元件产品碳足迹量化的方法和要求，包括量化目的和范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于以聚酰胺复合膜或其他功能性膜材料为主体，应用于家用和类似用途反渗透膜元件中的反渗透膜元件的产品碳足迹量化。其结果可作为产品碳足迹绩效评价、产品碳足迹信息披露、环保信息公开等不同应用的依据。碳抵消不在产品碳足迹量化的范围内。

本标准仅针对单一影响类型，即气候变化，不评价产品生命周期产生的其他方面环境潜在影响，也不评价产品生命周期可能产生的社会和经济影响。

## 2 规范性引用文件

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/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

## 3 术语和定义

GB/T 20103-2006、GB/T 24067-2024、GB/T 32150-2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**反渗透膜** reverse osmosis membrane

用于反渗透过程使溶剂与溶质分离的半透膜。

[来源：GB/T 20103-2006，4.1.1]

### 3.2

**反渗透** reverse osmosis ; RO

在高于渗透压差的压力作用下，溶剂(如水)通过半透膜进入膜的低压侧，而溶液中的其他组份(如盐)被阻挡在膜的高压侧并随浓溶液排出，从而达到有效分离的过程。

[来源：GB/T 20103-2006，4.2.2]

### 3.3

**膜元件 membrane element**

由膜、膜支撑体、流道间隔体、带孔的中心管等构成的膜分离单元。

[来源：GB/T 20103-2006, 2.2.1]

## 3.4

**二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO<sub>2</sub>e**

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.2.2]

## 3.5

**产品碳足迹 carbon footprint of a product; CFP**

产品系统中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.1]

## 3.6

**产品碳足迹因子 product carbon footprint factor**

单位产品在系统边界内的生命周期温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量每单位产品表示。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.1]

## 3.7

**生命周期 life cycle**

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注1：“原材料”的定义见 GB/T 24040-2008 的3.15。

注2：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

## 3.8

**系统边界 system boundary**

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

**4 量化目的和流程****4.1 量化目的**

本标准基于生命周期评价理论，通过量化反渗透膜元件产品原材料与能源获取阶段和元件生产阶段的温室气体排放量和清除量（以二氧化碳当量表示），评价反渗透膜元件产品对全球变暖的潜在贡献。

## 4.2 量化范围

### 4.2.1 一般要求

在确定反渗透膜元件产品碳足迹核算范围过程中，应考虑并描述下列各项：

——产品（系统）范围：明确产品名称（反渗透膜元件）、功能单位（4.2.2）和系统边界（4.2.3）。

——时间范围：选择核算碳足迹有代表性的时间段（一般为企业一个自然年，特殊情况下可根据企业实际运营情况予以确定）。

**注：**与反渗透膜元件产品生命周期中具体单元过程相关的温室气体排放和清除随时间变化，选择的时间范围应可以确定产品生命周期中温室气体排放和清除的平均值。

### 4.2.2 功能单位

本标准功能单位为 1 支反渗透膜元件（以标称产水量或有效膜面积表示，具体数值由产品规格确定）。

### 4.2.3 系统边界

反渗透膜元件产品碳足迹量化系统边界见图 1，包括原材料与能源获取阶段（A1-A4）和元件生产阶段（B1-B4）。

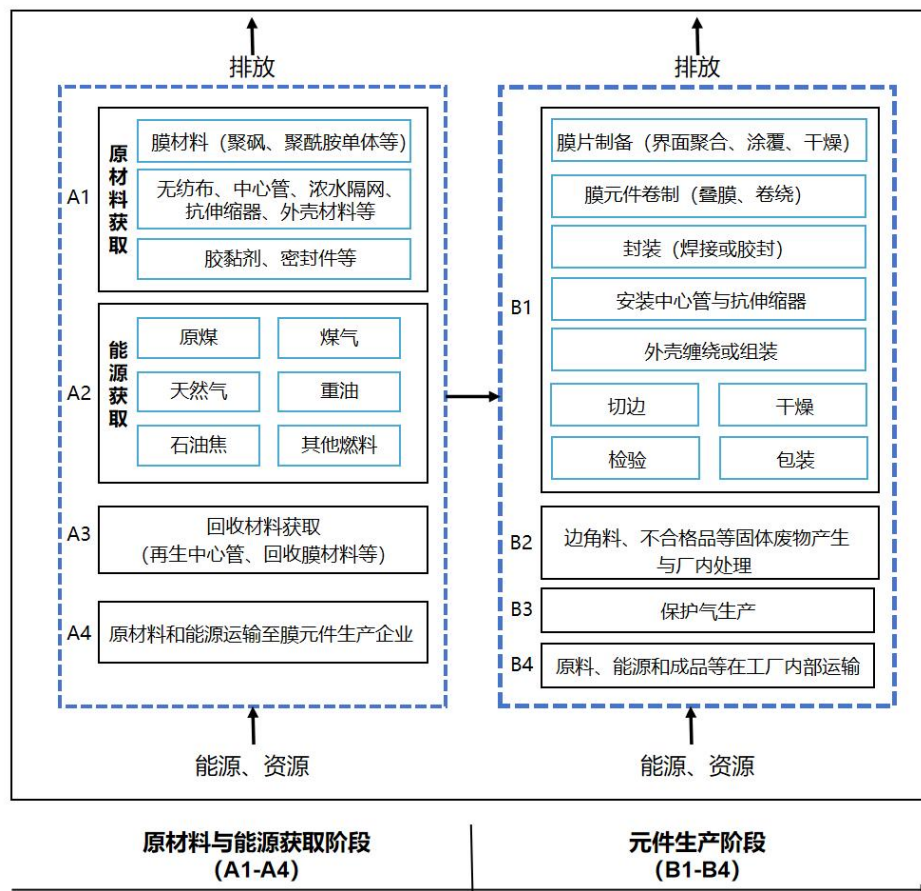


图 1 反渗透膜元件产品碳足迹量化系统边界图

#### 4.2.3.1 原材料与能源获取阶段

——原料获取（A1）：产品生产过程所需膜材料（如聚砜、聚酰胺单体等）、无纺布、中心管（ABS、PVC等）、浓水隔网（PE、PP等）、抗伸缩器（ABS等）、外壳材料（玻璃纤维、环氧树脂、PVC等）、胶黏剂、密封件等主要原材料的开采或加工，以及输入的二次材料的加工过程和厂内运输；

——能源获取（A2）：产品生产原煤、煤气、天然气、重油、石油焦原料等能源的开采、生产及加工过程和厂内运输；

——回收材料获取（A3）：如适用，产品生产所需回收塑料（如再生中心管、再生外壳等）或回收膜材料的回收、加工过程；若未使用回收材料，则此部分不纳入核算；

——原料、能源及回收材料等运输至膜元件生产企业的过程（A4）。

#### 4.2.3.2 元件生产阶段

——采用膜片制备（界面聚合、涂覆、干燥等）、膜片后处理、膜元件卷制（叠膜、卷绕）、封装（焊接或胶封）、安装中心管与抗伸缩器、外壳缠绕或组装、切边、干燥、检验、包装等工艺制成反渗透膜元件成品的过程（B1）；

——边角料、不合格品等固体废物的产生与厂内处理（B2）；

——氮气、压缩空气等辅助气体的生产（B3）（如用于干燥、气动设备等）；

——原料、能源和成品等在工厂内部的运输（B4）。

### 4.3 取舍准则

所涉及物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则，当个别物质流或能量流对某一过程的碳足迹无显著贡献时，可将其作为数据排除项予以舍去并进行报告。

- a) 所有的能源输入均需列出；
- b) 应列出主要的原材料，若符合c)和d)要求则可忽略；
- c) 舍去的单项物质流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不超过1%；
- d) 所有舍去的物质流与单元过程对产品碳足迹贡献总和不超过5%；
- e) 道路与厂房等基础设施建设、各工序的设备安装、厂区内人员及生活设施涉及的消耗和排放，均不计入。

对于以上排除项，应在产品碳足迹报告中予以说明。

## 5 清单分析

### 5.1 数据收集

应收集系统边界（4.2.3）内相关阶段及过程的能源、资源消耗和温室气体排放相关初级数据和次级数据。信息与数据收集可参考附录A，对数据获得方式和来源应予以说明。

对于可能对研究结论有显著影响的数据，应说明相关数据的收集过程、收集时间以及数据质量的详细信息。如果这些数据不符合数据质量要求（见5.2），也应做出说明。

## 5.2 数据质量要求

### 5.2.1 初级数据质量要求

初级数据质量应满足以下要求：

- a) 完整性。初级数据宜按照界定的时间范围（4.2.1）进行采集，根据数据取舍准则（4.3）的要求，检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质；
- b) 准确性。初级数据中的原材料与能源消耗数据应来自企业实际生产统计记录；排放数据优先选择核查报告、监测报告或由物料平衡公式计算获得的数据；
- c) 一致性。初级数据采集时，同类数据应保持相同的数据来源、统计口和处理规则等。

### 5.2.2 次级数据质量要求

次级数据质量应满足以下要求：

- a) 代表性。优先选择与评估产品系统的时间代表性、区域代表性、技术代表性相近的数据，其次选择近年代表国内及行业平均生产水平公开的生命周期评价数据，最后选择国外同类技术数据；
- b) 完整性。应涵盖系统边界规定的所有单元过程；
- c) 一致性。对同类产品次级数据的选择应保持一致。

## 5.3 数据质量要求

### 5.3.1 活动水平数据选择

活动水平数据选择原则如下：

- a) 优先采用直接计量、检测获得的初级数据（如膜材料消耗量、无纺布消耗量、中心管用量、浓水隔网用量、抗伸缩器用量、外壳材料用量、胶黏剂用量、电力消耗量、天然气消耗量等）；
- b) 其次可采用：
  - 通过初级数据折算获得的数据（如根据年度购买量及库存量的变化确定的数据，根据财务数据折算的数据等）；
  - 按照地理范围、时间范围和技术范围类型选择公开的通用数据；
  - 基于 GB/T 24040、GB/T 24044 等相关标准且经第三方专业机构验证的生命周期评价报告与数据库数据；
- c) 以上数据均不可获得时可采用来自相似单元过程的替代数据，并论证数据的相似性。

### 5.3.2 碳足迹因子选择

碳足迹因子选择原则如下：

- a) 优先采用企业通过生命周期评价方法且经第三方专业机构验证获得的碳足迹因子；
- b) 其次可采用：
  - 国家正式公布的产品碳足迹因子；
  - 基于 GB/T 24040、GB/T 24044 等相关标准且经第三方专业机构验证的生命周期评价报告、碳

足迹报告、文献、数据库中提供的基于我国实际的碳足迹因子参考值；

c) 以上数据均不可获得时可采用国外数据库的替代数据，同时论证数据的可行性。

#### 5.4 数据审定

数据采集过程中，应验证数据的有效性，采用物料平衡（如膜材料投入与产出平衡、溶剂回收平衡等）、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的合理性。数据应满足 5.2 数据质量要求，数据质量评价可参照附录 B。

### 6 影响评价

#### 6.1 产品碳足迹核算

反渗透膜元件产品碳足迹的核算应包括原材料与能源获取阶段和元件生产阶段涉及的所有单元过程，反渗透膜元件产品碳足迹核算见公式（1）：

$$CFP = E_{\text{获取}} + E_{\text{生产}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$CFP$  ——反渗透膜元件产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{支}$ 反渗透膜元件，或  $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位标称产水量}$ 或有效膜面积，具体与 4.2.2 功能单位保持一致）；

$E_{\text{获取}}$  ——反渗透膜元件产品原材料与能源获取阶段碳足迹，按式（2）计算，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{支}$ 反渗透膜元件）；

$E_{\text{生产}}$  ——反渗透膜元件产品元件生产阶段碳足迹，按式（3）计算，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{支}$ 反渗透膜元件）。

#### 6.2 原材料与能源获取阶段

原材料与能源获取阶段碳足迹核算应按式（2）进行计算：

$$E_{\text{获取}} = \sum_j (M_j \times CFF_j) + \sum_{j,k} (M_j \times D_{j,k} \times TFF_k) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$M_j$  ——每功能单位  $j$  种原材料、能源消耗量，单位为千克(kg)或万标立方米( $10^4\text{Nm}^3$ )，单位视原材料、能源种类而定；

$CEF_j$  ——第  $j$  种原材料、能源的产品碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）或千克二氧化碳当量每万标立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e}/10^4\text{Nm}^3$ ），单位视原材料或能源种类而定；

$D_{j,k}$  ——第  $j$  种原材料、能源第  $k$  种厂外运输方式的运输距离，单位为千米（ $\text{km}$ ）；

$TEF_k$  ——第  $k$  种运输方式的碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克每千米， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{kg} \cdot \text{km})$ ，运输过程碳足迹因子缺省值见附录 C。

#### 6.3 元件生产阶段

元件生产阶段碳足迹应按式（3）进行计算：

$$E_{\text{生产}} = E_{\text{过程}} + E_{\text{能源}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$  ——元件生产阶段工艺过程碳足迹，指每功能单位在膜片制备（如界面聚合反应中可能释放的  $\text{CO}_2$  或其它温室气体）、溶剂挥发（如 DMF、NMP 等含碳溶剂在干燥或回收过程中直接转化为  $\text{CO}_2$  的排放）、胶黏剂固化、塑料焊接等工艺过程中产生的直接温室气体排放量，按式（4）计算，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e/支反渗透膜元件}$ ）；

$E_{\text{能源}}$  ——元件生产阶段能源使用过程碳足迹，指每功能单位消耗电力、天然气、蒸汽等能源所对应的温室气体排放量，按式（5）计算，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e/支反渗透膜元件}$ ）。

### 6.3.1 元件生产阶段工艺过程

$$E_{\text{过程}} = (Q_c \times C_c \times EF_{c,j}) + \sum_j (M_j \times F_j \times EF_{r,j}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$Q_c$  ——数据统计周期内，每功能单位碳基辅料（如有机溶剂、胶黏剂等）在工艺过程中发生氧化或分解的消耗量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$C_c$  ——碳基辅料含碳量，单位为 %；如无测量数据，可根据化学式确定；

$EF_{c,j}$  ——碳基辅料温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳/千克（ $\text{kgCO}_2/\text{kg}$ ），碳基辅料温室气体排放因子见附录 C；

$M_j$  ——数据统计周期内，每功能单位第  $j$  种碳酸盐或其他无机含碳原料（若适用）的消耗量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$F_j$  ——数据统计周期内，每功能单位第  $j$  种碳酸盐或其他无机含碳原料（若适用）的消耗量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$M_j$  ——数据统计周期内，第  $j$  种原料的分解比例，单位为 %；如无测量数据，可取 100%；

$EF_{r,j}$  ——第  $j$  种原料的排放因子，单位为千克二氧化碳/千克（ $\text{kgCO}_2/\text{kg}$ ），排放因子见附录 C。

### 6.3.2 元件生产阶段能源使用过程

$$E_{\text{能源}} = \sum_{i,j} (NCV_j \times FC_j \times EF_{i,j} \times GWP_i) + \sum (E_e \times EFF) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$NCV_j$  ——第  $j$  种能源的平均低位发热量，单位为吉焦/千克（ $\text{GJ/kg}$ ）或吉焦/万标立方米（ $\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$ ），单位视能源种类而定；

$FC_j$  ——每功能单位第  $j$  种燃料的消耗量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）或万标立方米（ $10^4\text{Nm}^3$ ），

单位视能源种类而定；

$EF_{i,j}$  ——第  $j$  种燃料的第  $i$  种温室气体的排放因子，单位为千克/吉焦（kg/GJ）；

$GWP_i$  ——第  $i$  种温室气体的全球变暖潜势值，常用温室气体全球变暖潜势值见附录 D；

$E_e$  ——生产阶段每功能单位电力消耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

$EFF$  ——电力碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量/千瓦时（kgCO<sub>2e</sub>/kW·h）。

## 7 结果解释

### 7.1 结果解释的步骤

反渗透膜元件产品碳足迹量化结果解释阶段应包括以下步骤：

- a) 根据反渗透膜元件产品碳足迹的清单分析和产品碳足迹影响评价的量化结果，识别显著环节（可包括生产阶段、过程或物质流、能量流）；
- b) 完整性和一致性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。

### 7.2 结果解释的内容

应根据反渗透膜元件产品碳足迹量化目的和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- a) 说明反渗透膜元件产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- b) 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- c) 说明产品碳足迹量化的局限性。

## 8 产品碳足迹报告

反渗透膜元件产品碳足迹报告可参考本标准附录 E 提供的模板进行编制。

AA  
附 录 A  
(资料性附录)  
数据收集清单

反渗透膜元件产品数据收集清单见表 A.1。

表 A.1 反渗透膜元件产品数据收集表

企业信息	企业名称		所在省份						
	企业地址		数据统计周期						
	联系人		联系方式						
	产能/生产线数量		设计产能_____, 生产线共____条, 每条生产线产能分别为____、____、						
	产品类别及主要规格型号		类别 1_____规格型号 类别 2_____规格型号 .....	产品产量	类别 1_____产量 类别 2_____产量 .....				
原辅料消耗	种类	消耗量		产地	获取方式 (自产或外购)	运输		详细情况说明	
		消耗量	单位			数据来源	运输方式(铁路、公路、水路)		运输距离 km
	聚芳砜 / 聚砜								
	均苯三甲酰氯 (TMC)								
	无纺布								
	聚酰胺 (PA) 功能层材料								
	中心管/产水管								
	胶黏剂								
	有机溶剂								
.....									
能源消耗	种类	消耗量		低位发热量		运输		详细情况说明	
		消耗量	单位	数据来源	低位发热量	数据来源	运输方式(铁路、公路、水路)		运输距离 km
	煤								
	天然气								
	煤气								
	重油								
	石油焦								
	保护气 原材料								
	电力								
.....									

## 附录 B

## (规范性附录)

## 数据质量评价方法

数据质量等级 (DQR) 评价主要从数据的时间代表性、地域代表性和技术代表性三个维度进行评价, 各个维度的数据质量等级见表 B.1。三个维度的数据质量均按照五个等级进行评分, 分数越小则质量水平越好。

各个数据集的数据质量等级 (DQR<sub>i</sub>) 具体计算公式如下:

$$DQR_i = \frac{(TeR + GeR + TiR)}{3} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$DQR_i$  ——数据集  $i$  的数据质量结果;

$TeR$  ——数据的技术代表性得分;

$GeR$  ——数据的地域代表性得分;

$TiR$  ——数据的时间代表性得分。

表 B.1 数据的 DQR 评级

评分	数据质量水平	TiR	TeR	GeR
1	卓越	产品碳足迹的基准年在数据集有效期内; 产品碳足迹的基准年与数据集最新发布年/基准年相差 ≤ 3 年	核算过程技术与数据集代表的技术一致	核算过程发生在数据集代表的省市或区域内, 如中国华东、中国华南等
2	非常好	产品碳足迹的基准年超过数据集有效期 ≤ 2 年; 产品碳足迹的基准年与数据集最新发布年/基准年相差 ≤ 4 年	核算过程技术包含在数据集组合技术中, 但在生产工艺上存在一定差异	核算过程发生在数据集代表的国家
3	良好	产品碳足迹的基准年超过数据集有效期 ≤ 3 年; 产品碳足迹的基准年与数据集最新发布年/基准年相差 ≤ 5 年	核算过程技术包含在数据集组合技术中, 但在生产工艺上差异显著	核算过程发生在数据集代表的地理区域之一, 如代表全球平均的数据集
4	一般	产品碳足迹的基准年超过数据集有效期 ≤ 4 年; 产品碳足迹的基准年与数据集最新发布年/基准年相差 ≤ 6 年	核算过程技术与数据集代表的技术相似	核算过程与数据集所代表的地理区域在能源结构上相似
5	差	产品碳足迹的基准年超过数据集有效期 > 4 年; 产品碳足迹的基准年与数据集最新发布年/基准年相差 > 6 年	核算过程技术与数据集代表的技术不同	核算过程不满足上述情况

按下式计算所有需要评价的次级数据总的数据质量等级  $DQR_{total}$ ,  $DQR_{total}$  宜 ≤ 3.0。

$$DQR_{total} = \frac{\sum (DQR_i \times CFP_i)}{\sum CFP_i} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$DQR_{total}$  ——数据最终质量评估结果;

$CFP_i$  ——对应数据项  $i$  的碳足迹;

**附录 C**  
**(资料性附录)**  
**相关参数**

反渗透膜元件产品原材料与成品运输过程碳足迹因子缺省值见表 C.1。

**表 C.1 运输过程碳足迹因子缺省值**

序号	名称	推荐缺省值	单位
1	运输过程-公路	0.076	kgCO <sub>2</sub> e/(t·km)
2	运输过程-铁路	0.003	kgCO <sub>2</sub> e/(t·km)
3	运输过程-水路	0.020	kgCO <sub>2</sub> e/(t·km)
4	运输过程-航空	1.404	kgCO <sub>2</sub> e/(t·km)

反渗透膜元件产品所涉及的聚合物及基础化工原料碳足迹因子，应引用GB/T 32151.10—2023《碳排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》附录C“相关参数缺省值”中给出的碳足迹因子数据。

主要原材料类别及推荐引用来源见表C.2。

**表 C.2 基础原材料碳足迹因子推荐引用来源**

原材料类别	具体材料	推荐引用标准	引用标准附录
聚合物及合成树脂材料	聚砜（PSF）、聚酰胺（PA）、ABS、PVC、PE、PP、环氧树脂等	GB/T 32151.10—2023《碳排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》	附录 C
化纤类支撑材料	PET 无纺布、聚酯无纺布等	GB/T 32151.47—2024《温室气体排放核算与报告要求 第47部分：化纤生产企业》	附录 C
玻璃纤维	用于反渗透膜元件外壳缠绕的玻璃纤维增强材料	GB/T 32151.36—2024《温室气体排放核算与报告要求 第36部分：绝热材料生产企业》	附录 C
胶黏剂	膜元件密封用胶黏剂	GB/T 32151.32—2024《温室气体排放核算与报告要求 第32部分：涂料生产企业》	附录 C

反渗透膜元件生产过程中含碳辅料（有机溶剂、胶黏剂等）完全氧化产生的二氧化碳排放，排放因子按式（C.1）计算：

$$EF = C_c \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$EF$  ——含碳辅料的二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳每千克（kgCO<sub>2</sub>/kg）；

$C_c$  ——含碳辅料的碳含量（碳质量分数），单位为%。

常见有机溶剂的碳含量及排放因子缺省值见表C.3。

**表 C.3 常见有机溶剂含碳量及二氧化碳排放因子**

序号	名称	分子式	相对分子质量	碳含量（%）	排放因子（kgCO <sub>2</sub> /kg）
1	二甲基甲酰胺（DMF）	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	73.09	49.3	1.806

2	N-甲基吡咯烷酮 (NMP)	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO	99.13	60.6	2.220
3	二甲基乙酰胺 (DMAC)	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO	87.12	55.2	2.022
4	二氯甲烷 (DCM)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84.93	14.1	0.517
5	乙醇	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46.07	52.2	1.913
6	丙酮	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58.08	62.1	2.275
7	甲苯	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92.14	91.3	3.345

对于聚合物材料（如聚酰胺功能层）的热分解或胶黏剂固化过程中可能产生的二氧化碳排放，排放因子按式 (C.1) 计算。常见聚合物的碳含量见表 C.4。

表 C.4 常见聚合物材料含碳量

序号	名称	分子式示例	碳含量 (%)
1	聚砜 (PSF)	(C <sub>27</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub> S) <sub>n</sub>	73.6
2	聚酰胺 (PA6)	(C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NO) <sub>n</sub>	63.7
3	聚酰胺 (PA66)	(C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	63.2
4	ABS	(C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> ·C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ·C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N) <sub>n</sub>	约 86.0
5	PVC	(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl) <sub>n</sub>	38.4
6	PE	(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>	85.7
7	PP	(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	85.7
8	环氧树脂	(C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	69.5
9	PET	(C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>	62.5

## 附 录 D

(资料性附录)

## 温室气体全球变暖潜势

常用温室气体全球变暖潜势见表D.1。

表D.1 温室气体全球变暖潜势

名称	化学分子式	全球变暖潜势值
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273

注：数据来源为IPCC 第六次评估报告

附 录 E

（资料性附录）

产品碳足迹报告模板

反渗透膜元件产品碳足迹报告格式模板如下。

## 反渗透膜元件产品碳足迹报告（模板）

产 品 名 称 : \_\_\_\_\_  
产 品 规 格 型 号 : \_\_\_\_\_  
生 产 者 名 称 : \_\_\_\_\_  
报 告 编 号 : \_\_\_\_\_

出具报告机构：（若有）\_\_\_\_\_（盖章）

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

## 一、概况

### 1.生产者信息

生产者名称：\_\_\_\_\_

地址：\_\_\_\_\_

法定代表人：\_\_\_\_\_

授权人（联系人）：\_\_\_\_\_

联系电话：\_\_\_\_\_

企业概况：\_\_\_\_\_

### 2.产品信息

产品名称：\_\_\_\_\_

产品功能：\_\_\_\_\_

产品介绍：\_\_\_\_\_

产品图片：\_\_\_\_\_

### 3.量化方法

依据标准：\_\_\_\_\_

## 二、量化目的

## 三、量化范围

### 1.功能单位

以\_\_\_\_\_为功能单位。

### 2.系统边界

原材料获取阶段 生产阶段

系统边界图：

图 1 系统边界图

### 3.取舍准则

采用的取舍准则以\_\_\_\_\_为依据，具体规则如下：

### 4.时间范围

\_\_\_\_\_年度。

## 四、清单分析

### 1.数据来源说明

初级数据：\_\_\_\_\_；

次级数据：\_\_\_\_\_。

### 2.清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	活动数据	碳足迹因子/排放因子	碳足迹（kgCO <sub>2</sub> e/功能单位）
原材料与能源获取阶段			
生产阶段			

### 3.数据质量评价

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。

## 五、影响评价

### 1.影响类型和特征化因子选择

### 2.产品碳足迹结果计算

## 六、结果解释

### 1.结果说明

\_\_\_\_\_公司（填写产品生产者的全名）生产的\_\_\_\_\_（填写所评价的产品名称，每功能单位的产品），从\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）到\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为 kgCO<sub>2e</sub>。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 和图 2 所示：

表2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kgCO <sub>2e</sub> /功能单位）	百分比（%）
原材料与能源获取阶段		
生产阶段		
总计		

图2 反渗透膜元件产品各生命周期阶段碳排放分布图

一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

### 2.假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

### 3.改进建议