

ICS 13.020.10
CCS Z04

团 体 标 准

T/CIQA—XXXX

物流园区货物储运碳足迹核算方法

Carbon Footprint Accounting Methodology for Cargo Storage and Transport in Logistics Parks

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国出入境检验检疫协会 发 布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则	5
5 核算主体与核算边界	6
6 核算步骤	5
7 核算方法	6
8 物流园区货物碳足迹因子核算	14
9 其他核算方法报告要求和格式	18
附录 A 化石燃料排放因子的计算表及缺省值	19
附录 B 电力、热力排放因子	23
附录 C 制冷剂泄漏量排放核算	26
附录 D 包装材料排放因子	28
参考文献	30

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国出入境检验检疫协会检验鉴定标准化技术委员会（CIQA/TC1）提出并归口。

文件起草单位：中远海运物流供应链有限公司 复旦大学 中理检验有限公司

本文件主要起草人：卞江、孙达、马蔚纯、张艳、夏乙嘉、吴力波、谭新星、王明媛、卢嘉宁。

物流园区货物储运碳足迹核算方法

1 范围

本文件规定了物流园区货物储运碳足迹核算的术语定义、系统边界、量化方法、数据采集规则及报告格式。

本文件适用于物流园区、仓储中心、货运枢纽等各类物流园区的货物储运碳足迹和碳足迹因子核算与报告工作。

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 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 18354 物流术语
- WB/T 1135 物流企业温室气体排放核算与报告要求
- GB/T 30337 物流园区统计指标体系
- GB 51157 物流建筑设计规范
- GB/T 24358 物流中心分类与规划基本要求
- JT/T 1100 多式联运货物分类和代码
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- ISO 14083 Greenhouse gases—Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations

3 术语和定义

ISO14083、ISO 14040、WB/T 1135-2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件

3.1

温室气体 **greenhouse gas**

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分。

注：如无特别说明，本文件中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、氯氟烃（CFCs）、全氟碳化物（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。

[来源：WB/T 1135-2023，3.2，有修改]

3.2

WTT well to tank

能源供应过程。

[来源: ISO 14083: 2023, 有修改]

3.3

TTW tank to wheel

能源使用过程。

[来源: ISO 14083: 2023, 有修改]

3.4

碳足迹 carbon footprint

系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和, 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]

3.5

碳足迹因子 carbon footprint factor

在指定空间、时间和核算边界下, 单位功能量(例如每单位质量、体积、运输距离或时间)所对应的系统的碳足迹, 以二氧化碳当量表示。

3.6

直接温室气体排放 direct greenhouse gas emission

核算主体拥有或控制的温室气体排放源产生的温室气体排放。

[来源: WB/T 1135-2023, 3.5]

3.7

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

核算主体所消耗的外部电力、热力或蒸汽的生产而造成的温室气体排放。

[来源: WB/T 1135-2023, 3.6]

3.8

其他间接温室气体排放 other indirect greenhouse gas emission

因核算主体的活动引起的, 而被其他组织拥有或控制的温室气体排放源所产生的温室气体排放, 但不包括能源间接温室气体排放。

[来源: WB/T 1135-2023, 3.7]

3.9

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。

[来源: WB/T 32150—2015, 3.12]

3.10

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。

[来源：WB/T 32150—2015，3.13]

3.11

全球变暖潜势 global warming potential

GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[来源：ISO 14083，3.2.4]

3.12

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalentCO₂e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[来源：ISO 14083，3.2.1]

3.13

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。

[来源：GB/T 32150—2015，3.7]

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。

[来源：GB/T 32150—2015，3.14]

3.15

仓储活动 warehousing activities

利用仓库及相关设施设备进行物品入库、出库的活动。

[来源：GB 18354—2021，4.22，有修改]

3.16

仓储存储 warehousing storing

利用仓库及相关设施设备进行物品存储的过程

3.17

占地面积 site area

统计期末，物流园区处于实际运营状态或具备运营条件的土地面积。即规划范围内有效使用的用地面积，包括厂区建构筑物，露天原料、产品堆场，道路管廊，绿化用地等总的占地面积，单位：平方米。

[来源：GB/T 30337—2025，A.1.2.2.2，有修改]

3.18

建筑面积 building area

统计期末，物流园区已建设的建筑面积，指建筑物各层水平面积的总和，单位：平方米。

[来源：GB/T 30337—2025，A.1.2.2.2，有修改]

3.19

实用面积 functional area

统计期末，物流园区内实际用于仓储活动、仓库存储的建筑面积，即实际用于或可直接服务于物流核心功能（存储、装卸、搬运、分拣等）的全部有效区域面积，单位：平方米。

[来源：GB/T 30337—2025，A.1.2.2.2，有修改]

3.20

可用面积 usable area

统计期末，各类仓库内实际用于仓库存储的建筑面积，即实际用于或可直接服务于仓库存储的全部有效区域面积，单位：平方米。

3.21

普通库 ordinary store

没有特定温湿度要求的仓储建筑，包括库房、变配电间等。

3.22

冷库 cold store

采用人工制冷降温并具有保冷功能的仓储建筑，包括库房、制冷机房、变配电间等。

[来源：GB 50072-2021，2.0.1]

3.23

恒温库 constant store

实现温度和湿度稳定在某一范围内较小波动的仓储建筑，包括库房、控温机房、变配电间等。

3.24

吞吐量 cargo throughput

进出物流园区并进行装卸作业的货物量，单位：吨。

3.25

平均存储量 average storing quantity

一定统计时段内，仓库内保有的平均货物量，单位：吨。

3.26

单位面积货量强度 cargo intensity per unit area

一定统计时段内，仓储活动或仓库存储单位面积的平均存储量，单位：吨/平方米。

4 基本原则

4.1 一致性

在核算过程中采用相同的假设、方法和数据，能够对有关温室气体信息进行有意义的比较，。

4.2 相关性

选择适用于物流园区货物储运碳足迹及因子核算需求的温室气体排放源、数据和方法。

4.3 完整性

包括对物流园区货物储运环节全部或部分物流活动温室气体排放有显著影响的所有温室气体的排放，但须符合2所述的标准。

4.4 准确性

确保物流园区货物储运碳足迹及因子核算和报告准确性、可核查和无误导性，减少偏差及不确定性。

4.5 透明性

发布充分适用的温室气体信息，使目标用户能够在合理的置信度内做出决策。

5 核算主体与核算边界

5.1 核算主体

本文件以货物储运为视角，计算物流园区碳足迹及碳足迹因子。碳足迹核算应以核算主体为单位进行，本文件中的核算主体为物流链中的各类物流中心，具体包括站点、场站、场库等。根据《多式联运货物分类和代码》（JT/T1110-2017）划分货物的种类，将仓库类型分为普通库（常温）、冷库和恒温库。依据《物流中心分类与规划基本要求》（GB/T 24358-2019），将物流中心内部功能区可分为仓储作业区、行政办公区和生活服务区。

5.2 核算边界

为实现货物视角下的货物储运碳足迹及碳足迹因子计算，本文件核算边界应包括所核算的物流园区内货物储运相关的所有直接温室气体排放、能源间接温室气体排放和其他间接温室气体排放。对物流园区的温室气体排放进行覆盖燃料/能源的全生命周期排放核算和货物储运碳排放强度核算，包括来自能源和燃料消耗的排放（TTW）以及它们的供应端的排放（WTT）。

各排放源及其核算范围见表1所示，从物流园区的业务管理视角梳理得到的温室气体排放核算基本框架见表2。对于具有产品加工功能的场站、场库或仓储物流园区，需要根据实际情况考虑加工过程产生的直接和间接温室气体排放，记录所加工的货物情况（货物类型、加工过程、加工量、能源消耗等）。

直接排放包括物流园区运营设备化石燃料燃烧产生的温室气体排放、仓储区恒温库、冷库制冷剂相关的温室气体排放、行政办公区和生活服务区的固定设施化石燃料燃烧相关的温室气体排放。

间接排放包括净购入电力或热力产生的温室气体排放，根据排放源的不同划分为：电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）产生的间接温室气体排放，电动水平运输工具（道路移动设备）产生的间接温室气体排放，恒温库、冷藏仓库制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放，仓储作业区照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放，行政办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放，行政办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放。

货物碳足迹因子分为货物仓储活动碳足迹因子和货物仓储存储碳足迹因子，与货物仓储活动相关的温室气体排放源项6项，与货物仓储存储相关的温室气体排放源项9项，见图1物流园区货物货物储运碳排放强度核算框架。注意，进行碳足迹因子核算时需要注意的是，规定参与货物碳足迹因子计算的排放源项共有15项，其中不包括货物在物流园区再包装产生的温室气体排放。

5.3 不考虑的排放源项

- 1) 物流园区内部运行的冷藏车的制冷剂泄漏导致的温室气体排放；
- 2) 行政办公区和生活服务区空调制冷剂泄漏导致的温室气体排放；
- 3) 制冷剂生产和供应过程的温室气体排放；
- 3) 物流运输车辆进入物流园区后至离开园区期间在园区地理边界范围内的各种温室气体排放。这部分排放应该归入物流运输链的核算中；
- 4) 物流园区基础设施在建造、维修、维护和拆除过程中的温室气体排放；
- 5) 物流园区中锅炉、装卸运输设备以及其他所有设备制造、安装过程的温室气体排放；
- 6) 物流园区内共同分布的企业，如零售和酒店服务，其功能是可分割的，并且附带于园区的运输业务的温室气体排放；
- 7) 物流园区产生的废弃物的处理过程产生的温室气体排放。

表 1 物流园区温室气体排放源及其核算范围

物流运输链视角的核算范围	组织碳核算范围	具体说明	涉及的温室气体排放源项
TTW (Tank To Wheel)：物流园区运营过程的排放	范围 1（直接排放）	所核算的物流园区地理边界范围内的所有直接排放①。	1) 在装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放。 2) 物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备，例如内部使用的集卡）化石燃料燃烧产生的温室气体排放。 3) 物流园区内固定设施化石燃料燃烧（例如锅炉、自备燃油发电机等）产生的温室气体排放。 4) 物流园区仓储区冷库制冷剂泄露的温室气体排放。 5) 物流园区内消防站点温室气体逸散导致的温室气体排放。
	范围 2（间接排放），按照消费属地原则和 TTW 的定义，归入 TTW 范畴②	所核算的物流园区地理边界范围外的与经营活动相关的所有间接排放。	1) 在装卸、搬运、进出库过程中，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）产生的间接温室气体排放（外购电力）。 2) 物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备，例如内部使用的集卡）产生的间接温室气体排放（外购电力）。 3) 物流园区内恒温库、冷库制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放（外购电力）。 4) 物流园区内仓储作业区照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放（外购电力）。 5) 物流园区内行政办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放（外购电力），包括照明、空调、办公设备、信息处理设备、生活设施耗电。 6) 物流园区内行政办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放（外购热力）。 7) 物流园区内仓储区用于供暖所需导致的间接温室气体排放（外购热力）。
WTT (Well To Tank)：物流园区所使用的化石燃料供应端以及所有经营活动相关的上游过程的排放	范围 3（上游排放）	物流站点所使用的化石燃料上游过程以及所有经营活动相关的上游过程的排放。	1) 物流园区所有使用的化石燃料（包括液体燃料/各类油品、固体燃料/各类煤炭制品）在开采、炼制、分选、运输等过程的温室气体排放③。 2) 包装材料的使用导致的温室气体排放，考虑包装材料原材料本身、包装材料的生产、运输等上游过程排放，不考虑所有包装材料相关生产设备制造过程的排放。

注：① 对组织碳进行核算的范围要求来自于 GHG、GLEC 和 ISO14083 则是采用 WTT、TTW 和 WTW 以确保核算结果的一致性和可比性，避免因组织边界和报告视角不同而导致混淆或重复计算。这里将组织碳核算范围列出，是为了将两者核算范围进行对比，以更好地理解该排放源项纳入核算范围的必要性与关联性，避免产生混淆。

② 对于已经出租、承包等经营权转移的仓库及其辅助设施，包括装卸机械等非道路移动设备、道路移动设备等，其存储装卸的货物和由此产生的碳排放纳入具有实际运营权法人企业的核算。对于本园区租赁的装卸机械等非道路移动设备、道路移动设备等产生的碳排放应纳入核算。

表 2 物流园区业务管理视角下温室气体排放核算基本框架

类别	排放源项	组织碳核算范围	需对应的排放因子		
储运过程温室气体排放	在装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料相关的（燃烧、供应）温室气体排放。	1) 在装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放。 2) 在装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放。	直接排放（范围 1） 上游排放（范围 3）	TTW WTT	WTW
	物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备，例如内部使用的集卡）化石燃料相关的（燃烧、供应）温室气体排放。	1) 物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备，例如内部使用的集卡）化石燃料燃烧产生的温室气体排放。 2) 物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备，例如内部使用的集卡）所使用的化石燃料供应端温室气体排放。	直接排放（范围 1） 上游排放（范围 3）	TTW WTT	
	物流园区仓储区恒温库和冷库制冷剂相关的温室气体排放。	物流园区仓储区恒温库和冷库制冷剂泄露的温室气体排放。	直接排放（范围 1）	TTW	WTW
	外购电力、热力产生的温室气体排放	在装卸、搬运、进出库过程中，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放。 物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放。 物流园区内恒温库、冷库制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放。 物流园区内仓储区照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放。	外购电力，间接排放（范围 2） 外购电力，间接排放（范围 2） 外购电力，间接排放（范围 2） 外购电力，间接排放（范围 2）	中国、欧洲、英国、北美电力排放因子① 中国、欧洲、英国、北美电力排放因子① 中国、欧洲、英国、北美电力排放因子① 中国、欧洲、英国、北美电力排放因子①	

类别	排放源项		组织碳核算范围	需对应的排放因子	
		物流园区内仓储区用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放。	外购热力, 间接排放(范围2)	中国、欧洲、英国、北美电力排放因子①	
辅助过程温室气体排放	物流园区内固定设施化石燃料燃烧(例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等)相关的温室气体排放。	1) 物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施(例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等)化石燃料燃烧产生的温室气体排放。	直接排放(范围1)	TTW	WTW
		2) 物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施(例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等)所使用的化石燃料供应端温室气体排放。	上游排放(范围3)	WTT	
	物流园区内消防相关的温室气体排放。	物流园区内消防设施设备温室气体逸散导致的温室气体排放。	直接排放(范围1)	TTW	WTW
	外购电力产生的温室气体排放	物流园区内办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放, 包括照明、空调、办公设备、生活设施耗电等。	外购电力, 间接排放(范围2)	中国、欧洲、英国、北美电力排放因子①	
	外购热力产生的温室气体排放	物流园区内办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放。	外购热力, 间接排放(范围2)	中国热力排放因子②	
包装材料温室气体排放	包装材料的使用导致的温室气体排放		考虑包装材料生产、运输的上游过程排放(范围3)	WTT	

注: ① 对组织碳进行核算的范围要求来自于 GHG, GLEC 和 ISO14083 则是采用 WTT、TTW 和 WTW 以确保核算结果的一致性和可比性, 避免因组织边界和报告视角不同而导致混淆或重复计算。这里将组织碳核算范围列出, 是为了将两者核算范围进行对比, 以更好地理解该排放源项纳入核算范围的必要性与关联性, 避免产生混淆。

② 对于已经出租、承包等经营权转移的仓库及其辅助设施, 包括装卸机械等非道路移动设备、道路移动设备等, 其存储装卸的货物和由此产生的碳排放纳入具有实际运营权法人企业的核算。对于本园区租赁的装卸机械等非道路移动设备、道路移动设备等产生的碳排放应纳入核算。



图 1 物流园区货物储运碳足迹排放源项核算框架

6 核算步骤

本标准提供了物流园区货物储运碳足迹及碳足迹因子的核算方法，应按以下步骤进行：

- 1) 确定核算边界，识别温室气体排放源与温室气体种类，确定核算框架；
- 2) 选择核算方法；
- 3) 进行物流园区货物储运总温室气体排放量核算，包括：
 - 选择与收集温室气体活动水平数据；
 - 选择或获取排放因子；
 - 分别核算各类排放源所涉及的温室气体排放量；
 - 计算与汇总温室气体排放量。
- 4) 进行碳足迹因子核算，将对应排放源项的碳排放量分摊至货物，包括：
 - 选择与收集货物信息；
 - 选择与收集园区内各区域实用面积与可用面积；
 - 参照排放源项分类计算物流园区仓储活动碳足迹和仓储储存碳足迹；
 - 计算货物仓储活动碳足迹因子和仓储储存碳足迹因子。
- 5) 进行物流园区货物储运碳足迹核算。

7 核算方法

7.1 物流园区货物储运碳足迹

7.1.1 计算范围

物流园区所有与货物储运相关的温室气体排放。

7.1.2 计算方法

物流园区货物储运总温室气体排放量如公式（1）所示：

$$\begin{aligned} E_{HUB} = & E_{V1, HEO} + E_{V1, HEEP} + E_{V2, HEO} + E_{V2, HEEP} + E_{V3} + E_{V4} \\ & + E_{Se} + E_{Sh} + E_R + E_{Re} + E_g + E_{W, HEO} + E_{W, HEEP} + E_{We} + E_{Wh} + E_{PL} \end{aligned} \quad (1)$$

E_{HUB} ——物流园区内与货物储运相关的温室气体总排放量，t CO₂e；

$E_{V1, HEO}$ ——在货物装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放，t CO₂e；

$E_{V1, HEEP}$ ——在货物装卸、搬运、进出库过程中，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放，t CO₂e；

$E_{V2, HEO}$ ——物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放，t CO₂e；

$E_{V2, HEEP}$ ——物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放，t CO₂e；

E_{V3} ——在货物装卸、搬运、进出库过程中，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_{V4} ——物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_{Se} ——物流园区内仓储区照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_{Sh} ——物流园区内仓储区用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_R ——物流园区仓储区恒温库和冷库制冷剂泄露的温室气体排放，t CO₂e；

E_{Re} ——物流园区内恒温库、冷库制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_g ——物流园区内消防设施设备温室气体逸散导致的温室气体排放，t CO₂e；

$E_{W, HEO}$ ——物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施化石燃料燃烧（例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等）产生的温室气体排放，t CO₂e；

$E_{W, HEEP}$ ——物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施（例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等）所使用的化石燃料供应端温室气体排放，t CO₂e；

E_{We} ——物流园区内办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放，包括照明、空调、办公设备、生活设施耗电等，t CO₂e；

E_{Wh} ——物流园区内办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

E_{PL} ——包装材料的使用导致的温室气体排放，t CO₂e。

7.2 物流园区货物仓储活动碳足迹

7.2.1 计算范围

物流园区货物仓储活动是指货物在园区内装卸、搬运、进出库以及园区内运输的过程。所有以货物仓储活动为主要目的而消耗能源的排放源项都需要进行排放核算，包括各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放（ $E_{V1, HEO}$ ），各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）所

使用的化石燃料供应端温室气体排放 ($E_{V1, HEEP}$)，物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放 ($E_{V2, HEO}$)，物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放 ($E_{V2, HEEP}$)，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放 (E_{V3})，物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放 (E_{V4})。

物流园区货物仓储活动运营过程和能源供应端的温室气体排放量采用排放因子法获得。

7.2.2 计算方法

$$E_A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (AD_{act, i, j} \times EF_{act, i, j}) \quad (2)$$

E_A ——物流园区货物仓储活动碳足迹，t CO₂e；

$AD_{act, i, j}$ ——物流园区货物仓储活动过程 i 中所消耗化石燃料 j 的能量消耗量，对于化石燃料，消耗量指其能量消耗量，即根据消耗的燃料质量或体积与其平均低位发热值计算得出的总能量，单位为吉焦，GJ；对于电力，消耗量的单位为千瓦时，kWh；

$EF_{act, i, j}$ ——化石燃料 j 的温室气体排放因子，单位为 t CO₂e/kWh, GJ 等；

i ——涉及物流园区货物仓储活动的排放源项 i ，包括，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放 ($E_{V1, HEO}$)，各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放 ($E_{V1, HEEP}$)，物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）化石燃料燃烧产生的温室气体排放 ($E_{V2, HEO}$)，物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）所使用的化石燃料供应端温室气体排放 ($E_{V2, HEEP}$)，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放 (E_{V3})，物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放 (E_{V4})；
 j ——使用的化石燃料种类 j ；

n ——涉及物流园区货物仓储活动的排放源项的项数；

m ——使用的化石燃料种数。

其中，物流园区货物仓储活动排放源项的温室气体排放核算可详细分为以下公式 (3) 到公式 (8)。

$$E_{V1, HEO} = \sum_i^n \sum_j^m (AD_{V1, i, j} \times EF_{HEO, j}) \quad (3)$$

$E_{V1, HEO}$ ——核算期内，装卸、搬运机械（非道路移动设备）化石燃料燃烧产生的直接温室气体排放量，t CO₂e；

$AD_{V1, i, j}$ ——核算期内，装卸、搬运机械（非道路移动设备） i 使用化石燃料 j 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEO, j}$ ——化石燃料 j 燃烧过程的排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——所使用的装卸、搬运机械（非道路移动设备） i ，如叉车；

j ——化石燃料 j ；

n ——所使用的装卸、搬运机械（非道路移动设备）种数；

m ——使用的化石燃料种数。

$$E_{V1, HEEP} = \sum_i^n \sum_j^m (AD_{V1, i, j} \times EF_{HEEP, j}) \quad (4)$$

$E_{V1, HEEP}$ ——核算期内，与装卸、搬运机械（非道路移动设备）使用的化石燃料供应端温室气体排放量，tCO₂e；

$AD_{V1, i, j}$ ——核算期内，装卸、搬运机械（非道路移动设备） i 使用化石燃料 j 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEEP, j}$ ——化石燃料 j 供应端排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——所使用的装卸、搬运机械（非道路移动设备） i ，如叉车；

j ——化石燃料 j ；

n ——所使用的装卸、搬运机械（非道路移动设备）种数；

m ——使用的化石燃料种数。

$$E_{V2, HEO} = \sum_i^n \sum_j^m (AD_{V2, i, j} \times EF_{HEO, j}) \quad (5)$$

$E_{V2, HEO}$ ——核算期内，水平运输工具（道路移动设备）化石燃料燃烧产生的直接温室气体排放量，tCO₂e；

$AD_{V2, i, j}$ ——核算期内，水平运输工具（道路移动设备） i 使用化石燃料 j 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEO, j}$ ——化石燃料 j 燃烧过程的排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——所使用的水平运输工具（道路移动设备） i ，如园区内运输车；

j ——化石燃料 j ；

n ——所使用的水平运输工具（道路移动设备）种数；

m ——使用的化石燃料种数。

$$E_{V2, HEEP} = \sum_i^n \sum_j^m (AD_{V2, i, j} \times EF_{HEEP, j}) \quad (6)$$

$E_{V2, HEEP}$ ——核算期内，与水平运输工具（道路移动设备）使用的化石燃料供应端温室气体排放量，t CO₂e；

$AD_{V2, i, j}$ ——核算期内，水平运输工具（道路移动设备） i 使用化石燃料 j 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEEP, j}$ ——化石燃料 j 供应端排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——所使用的水平运输工具（道路移动设备） i ，如园区内运输车；

j ——化石燃料 j ；

n ——所使用的水平运输工具（道路移动设备）种数；

m ——使用的化石燃料种数。

$$E_{V3} = \sum_i^n (AD_{V3, i} \times EF_e) \quad (7)$$

E_{V3} ——核算期内，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放量，t CO₂e；

$AD_{V3, i}$ ——核算期内，电动装卸、搬运机械（非道路移动设备） i 使用的电量，kWh；

EF_e ——电力排放因子，t CO₂e/kWh；

i ——所使用的电动装卸、搬运机械（非道路移动设备） i ，如电动叉车；

n ——所使用的电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）种数。

$$E_{V4} = \sum_i^n (AD_{V4,i} \times EF_e) \quad (8)$$

E_{V4} ——核算期内，电动水平运输工具（道路移动设备）电耗产生的间接温室气体排放量，t CO₂e；

$AD_{V4,i}$ ——核算期内，电动水平运输工具（道路移动设备） i 使用的电量，kWh；

EF_e ——电力排放因子，t CO₂e/kWh；

i ——所使用的电动水平运输工具（道路移动设备） i ，如园区内电动运输车；

n ——所使用的电动水平运输工具（道路移动设备）种数。

7.2.3 活动量数据获取

物流园区货物仓储活动的活动量数据包括：各种装卸、搬运机械（非道路移动设备）和物流园区内移动的水平运输工具（道路移动设备）的化石燃料能源消耗量，各种电动装卸、搬运机械（非道路移动设备）和物流园区内移动的电动水平运输工具（道路移动设备）使用的电量。

化石燃料的能量消耗量通过的各种化石燃料消耗的计量数据来确定。可以根据计量表统计、生产运营记录、购销记录计算相应化石燃料的实际使用量。对于化石燃料的能量消耗量，可采取以下方法：如企业对实际消耗的燃料进行过低位发热量测定，采用实测值进行计算；如无实测值，可用低位发热量NVC缺省值进行计算，具体计算方法见附录A。

电力消耗量的活动数据应通过电表计量读数，或采用供应商提供的发票或者计算单等凭证。

7.2.4 碳排放因子

排放因子应尽可能采用符合全生命周期排放核算数据，同时，在化石燃料和电力使用而产生的温室气体排放核算中优先采用中国本地化排放因子，如排放因子不全或不符合核算需求，则参照 GLEC 标准采用国际最新的 WTW 排放因子。核算电力使用而产生的温室气体排放量时，优先选择分电网地体现电力生产全生命周期的排放因子，若数据缺失，则采用全国统一的 WTW 的排放因子或全国同年份分电网区域的 TTW 的排放因子。

具体地，化石燃料的单位热值含碳量、碳氧化率、碳排放因子见附录A。电力排放因子和热力排放因子推荐采用生态环境部、国家统计局组织计算的最新排放因子数据，其余来源的电力排放因子和热力排放因子见附录B。

7.3 物流园区仓储存储碳足迹

7.3.1 计算范围

物流园区货物仓储存储是指货物在园区各仓库内停留、存储的过程。需进行核算的排放源项包括与货物仓储存储直接相关的排放源项和与货物仓储存储间接相关的排放源项。

与货物仓储存储直接相关的排放源包括物流园区内仓储区照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放（ E_{Se} ），物流园区内仓储区用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放（ E_{Sh} ），物流园区仓储区恒温库和冷库制冷剂泄露的温室气体排放（ E_R ），物流园区内恒温库、冷库制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放（ E_{Re} ）。

与货物仓储存储间接相关的排放源项包括物流园区内消防设施设备温室气体逸散导致的温室气体

排放 (E_g)，物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施化石燃料燃烧（例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等）产生的温室气体排放 ($E_{W,HEO}$)，物流园区内服务于办公区和生活服务区的固定设施（例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等）所使用的化石燃料供应端温室气体排放 ($E_{W,HEEP}$)，物流园区内办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放，包括照明、空调、办公设备、生活设施耗电等 (E_{We})，物流园区内办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放 (E_{Wh})。

物流园区货物仓储存储的能源使用过程和能源供应端的温室气体排放量采用排放因子法获得。

7.3.2 计算方法

$$E_S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (AD_{S,i,j} \times EF_{S,i,j}) \quad (9)$$

E_S ——物流园区仓储存储碳足迹，t CO₂e；

$AD_{S,i,j}$ ——物流园区货物仓储存储过程 i 中所消耗的能源，对于化石燃料，消耗量指其能量消耗量，即根据消耗的燃料质量或体积与其平均低位发热值计算得出的总能量，单位为吉焦，GJ；对于电力，消耗量的单位为千瓦时，kWh；对于热力，消耗量单位为吉焦，GJ；对于制冷剂和消防灭火剂逸散，消耗量单位为千克，kg；

$EF_{S,i,j}$ ——能源 j 使用过程中的温室气体排放因子，单位为 t CO₂e/GJ，kWh，kg 等；

i ——涉及物流园区货物仓储存储的排放源项 i ；

j ——能源、制冷剂或灭火剂种类 j ；

n ——涉及物流园区货物仓储存储的排放源项的项数；

m ——能源、制冷剂或灭火剂的种数；

其中，与货物仓储存储直接相关的排放源在进行计算时推荐以仓库为单位进行温室气体排放的核算。对于单个仓库，与货物仓储存储直接相关的排放源的温室气体排放核算可详细分为以下公式 (10) 到公式 (13)。

$$E_{Se} = \sum_{i=1}^n (AD_{Se,i} \times EF_e) \quad (10)$$

E_{Se} ——核算期内，仓库照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{Se,i}$ ——核算期内，仓库 i 照明、信息处理等消耗的电力，kWh；

EF_e ——电力排放因子，t CO₂e/kWh；

i ——不同类型仓库对应的独立仓库 i ，仓库类型包括普通库、冷库和恒温库；

n ——不同类型仓库对应的独立仓库的个数。

$$E_{Sh} = \sum_{i=1}^n (AD_{Sh,i} \times EF_h) \quad (11)$$

E_{Sh} ——核算期内，仓库用于供暖的热力消耗所需导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{Sh,i}$ ——核算期内，仓库 i 用于供暖的热力消耗，GJ；

EF_h ——热力排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——不同类型仓库对应的独立仓库 i ，仓库类型包括普通库、冷库和恒温库；

n ——不同类型仓库对应的独立仓库的个数。

$$E_R = 10^{-3} \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (AD_{R,i,j} \times EF_{R,j}) \quad (12)$$

E_R ——核算期内，恒温库或冷库制冷剂泄露导致的直接温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{R,i,j}$ ——核算期内，恒温库 i 或冷库 i 泄露的制冷剂量，kg；

$EF_{R,j}$ ——制冷剂 j 的全球变暖潜势 GWP，kg CO₂e/kg；

i ——不同类型仓库对应的独立仓库 i ，仓库类型包括冷库和恒温库；

j ——制冷剂种类 j ；

n ——不同类型仓库对应的独立仓库的个数；

m ——制冷剂的种数。

$$E_{Re} = \sum_{i=1}^n (AD_{Re,i} \times EF_e) \quad (13)$$

E_{Re} ——核算期内，恒温库、冷库用于制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{Se,i}$ ——核算期内，恒温库 i 或冷库 i 用于制冷或加热保温消耗的电力，kWh；

EF_e ——电力排放因子，t CO₂e/kWh；

i ——不同类型仓库对应的独立仓库 i ，仓库类型包括冷库和恒温库；

n ——不同类型仓库对应的独立仓库的个数；

与货物仓储存储间接相关的排放源是辅助货物仓储存储运行的重要环节，在进行计算时推荐先进行整体区域的计算，随后参照面积分摊方式分摊至各仓库。这里给出与货物仓储存储间接相关的排放源的核算公式（14）到（18），分摊方式见“8 物流园区货物碳足迹因子核算方法”。

$$E_g = 10^{-3} \times \sum_{i=1}^n (AD_{g,i} \times EF_{g,i}) \quad (14)$$

E_g ——核算期内，物流园区内消防设施设备灭火剂逸散导致的温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{g,i}$ ——核算期内，物流园区内消防设施设备灭火剂 i 的使用量，kg；

$EF_{g,i}$ ——灭火剂 i 的全球变暖潜势 GWP，kg CO₂e/kg；

i ——灭火剂种类 i ；

n ——灭火剂种数。

$$E_{W,HEO} = \sum_{i=1}^n (AD_{W,i} \times EF_{HEO,i}) \quad (15)$$

$E_{W,HEO}$ ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区固定设施的化石燃料燃烧（例如锅炉、自备燃油发电机、食堂等）产生的温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{W,i}$ ——核算期内，用于物流园区内办公区和生活服务区固定设施的化石燃料 i 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEO,i}$ ——化石燃料 i 燃烧过程的排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——化石燃料 i ；

n ——使用的化石燃料种数。

$$E_{W, HEEP} = \sum_{i=1}^n (AD_{W, i} \times EF_{HEEP, i}) \quad (16)$$

$E_{W, HEEP}$ ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区固定设施使用的化石燃料供应端温室气体排放量，t CO₂e；

$AD_{W, i}$ ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区固定设施的化石燃料 i 的能量消耗量，GJ；

$EF_{HEEP, i}$ ——化石燃料 i 供应端排放因子，t CO₂e/GJ；

i ——化石燃料 i ；

n ——使用的化石燃料种数。

$$E_{We} = AD_{We} \times EF_e \quad (17)$$

E_{We} ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区电力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

AD_{We} ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区消耗的电力，kWh；

EF_e ——电力排放因子，t CO₂e/kWh；

$$E_{Wh} = AD_{Wh} \times EF_h \quad (18)$$

E_{Wh} ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区热力消耗导致的间接温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{Sh, i}$ ——核算期内，物流园区内办公区和生活服务区用于供暖的热力消耗，GJ；

EF_h ——热力排放因子，t CO₂e/GJ；

7.3.3 活动量数据获取

物流园区货物仓储存储的活动量数据包括：仓储区照明、信息处理等电力消耗，仓储区用于供暖热力消耗，仓储区恒温库和冷库制冷剂泄露量，恒温库、冷库制冷或加热保温电力消耗，消防设施设备温室气体逸散，服务于办公区和生活服务区的固定设施化石燃料使用，办公区和生活服务区电力消耗，办公区和生活服务区热力消耗。

化石燃料的能量消耗量通过各种化石燃料消耗的计量数据来确定。可以根据计量表统计、生产运营记录、购销记录计算相应化石燃料的实际使用量。对于化石燃料的能量消耗量，可采取以下方法：如企业对实际消耗的燃料进行过低位发热量测定，采用实测值进行计算；如无实测值，可用低位发热量 NVC 进行计算，具体计算方法见附录 A。

购入电力、热力的活动数据应通过电表、热力表计量读数，或采用供应商提供的发票或者计算单等凭证。

制冷剂的活动数据应通过制冷设备相关读数或采用供应商提供的相关制冷剂加注凭证。制冷剂充注量按照日常维护保养过程厂家及维修商提供发票及数据说明。具体制冷剂泄漏量计算公式见附录 C。

灭火剂的活动数据以灭火剂的实际使用量为依据，可通过相关采购凭证获得。

7.3.4 碳排放因子

排放因子应尽可能采用符合全生命周期排放核算的数据，在化石燃料和电力使用而产生的温室气体排放核算中优先采用中国本地化排放因子，如排放因子不全或不符合核算需求，则参照 GLEC 标准采用国际最新的 WTW 排放因子。核算电力使用而产生的温室气体排放量时，优先选择分电网地体现电力生产全生命周期的排放因子，若数据缺失，则采用全国统一的 WTW 的排放因子或全国同年份分电网区域的 TTW 的排放因子。

具体地，化石燃料的低位发热量、单位热值含碳量、碳氧化率、碳排放因子见附录 A。电力排放因

子和热力排放因子推荐采用生态环境部、国家统计局组织计算的最新排放因子数据，其余来源的电力排放因子和热力排放因子见附录 B。制冷剂和灭火剂的全球变暖潜势可参照附录 C。

物流园区货物仓储存储碳足迹因子计算方法见“8 物流园区货物碳足迹因子核算方法”。

7.4 包装材料使用

7.4.1 计算范围

包装材料的使用导致的温室气体排放，考虑包装材料原材料本身、包装材料的生产、运输等上游过程排放，不考虑所有包装材料相关生产设备制造过程的排放。

7.4.2 计算方法

$$E_{PL}=10^{-3} \times \sum_{i=1}^n (AD_{PL,i} \times EF_{PL,i}) \quad (19)$$

E_{PL} ——包装材料的使用导致的温室气体排放，t CO₂e；

$AD_{PL,i}$ ——包装材料 i 的使用量，kg；

$EF_{PL,i}$ ——包装材料 i 的排放因子，kg CO₂e/kg；

i ——包装材料种类 i ；

n ——包装材料的种数。

7.4.3 活动量数据获取

根据核算期内，包装材料消耗的计量数据来确定活动数据，可根据购销记录、购货发票、台账记录查询包装用品的种类、规格及实际消耗情况。

7.4.4 碳排放因子

因不同包装材料在原产材料生产和产品生产过程中均产生不同排放，包装材料的排放因子 $EF_{PL,i}$ ，是由原材料排放因子和生产过程排放因子组成，部分温室气体排放因子可参考附表 D.4。

8 物流园区货物碳足迹因子核算

8.1 计算范围

为计算货物储运碳足迹因子，仓库需按温度划分为3类：普通库、冷库和恒温库。规定参与货物碳足迹因子计算的排放源项共有15项，忽略货物在物流园区再包装产生的温室气体排放(E_{PL})，包括与货物仓储活动相关的温室气体排放源项6项($E_{V1,HEO}$ 、 $E_{V1,HEEP}$ 、 $E_{V2,HEO}$ 、 $E_{V2,HEEP}$ 、 E_{V3} 、 E_{V4})，与货物仓储存储相关的温室气体排放源项9项(E_{Se} 、 E_{Sh} 、 E_R 、 E_{Re} 、 E_g 、 $E_{W,HEO}$ 、 $E_{W,HEEP}$ 、 E_{We} 、 E_{Wh})。对于普通库的货物仓储存储碳足迹因子不考虑 E_{Sh} 、 E_R 、 E_{Re} 。

8.2 货物仓储活动碳足迹因子

物流园区内货物仓储活动碳足迹因子 CF_A 通过获取物流园区在上一个核算周期内的温室气体排放量及物流园区的基础信息，按照以下公式计算得出：

$$CF_A = 10^6 \times \left(\frac{E_{V1,HEO} + E_{V1,HEEP} + E_{V2,HEO} + E_{V2,HEEP} + E_{V3} + E_{V4}}{S_{\text{仓}}} \right) \div \left(\frac{TP}{S_{\text{仓}}} \right) \quad (20)$$

$S_{\text{仓}}$ ——仓储区实用面积， m^2 ；

TP ——核算周期内，物流园区吞吐量， t 。

8.3 货物仓储存储碳足迹因子

物流园区内货物仓储活动碳足迹因子 CF_S 以仓库为单位计算，即根据仓库类型得到各仓库的仓储存储碳足迹因子。通过获取物流园区在上一个核算周期内的温室气体排放量及物流园区的基础信息，按照以下公式计算得出：

普通仓库中的货物仓储存储碳足迹因子 CF_{SP} 通过获取物流园区在上一个核算周期内的碳排放量及物流园区的基础信息，按照以下公式计算得出：

$$CF_{SP} = 10^6 \times \left[\frac{E_{Se,P,j} + \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{P,j}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} }{S_{P,j}} \right] \div \frac{Q_{avg,P,j}}{S_{P,j}} \div D \quad (21)$$

冷藏仓库中的货物仓储存储碳排放因子 CF_{SL} 通过获取物流园区在上一个核算周期内的碳排放量及物流园区的基础信息，按照以下公式计算得出：

$$CF_{SL} = 10^6 \times \left[\frac{E_{Se,L,k} + E_{Re,L,k} + E_{R,L,k} + \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{L,k}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} }{S_{L,k}} \right] \div \frac{Q_{avg,L,k}}{S_{L,k}} \div D \quad (22)$$

恒温仓库中的货物仓储存储碳排放因子 CF_{SH} 通过获取物流园区在上一个核算周期内的碳排放量及物流园区的基础信息，按照以下公式计算得出：

$$CF_{SH}=10^6 \times \left[\frac{E_{Se, H, l} + E_{Re, H, l} + E_{R, H, l} + E_{Sh, H, l} + \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{H, l}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} }{S_{P,j}} \right] \div \frac{Q_{avg, H, l}}{S_{H, l}} \div D \quad (23)$$

CF_{SP} ——某一普通库的货物存储碳足迹因子， $\text{gCO}_2\text{e/t}\cdot\text{d}$ ；

CF_{SL} ——某一冷库的货物存储碳足迹因子， $\text{gCO}_2\text{e/t}\cdot\text{d}$ ；

CF_{SH} ——某一恒温库的货物存储碳足迹因子， $\text{gCO}_2\text{e/t}\cdot\text{d}$ ；

$E_{Se, P, j}$ ——核算周期内，普通库 j 照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{Se, L, k}$ ——核算周期内，冷库 k 照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{Se, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 照明、信息处理等电力消耗导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$S_{P,j}$ 、 $S_{L,k}$ 、 $S_{H,l}$ ——分别是第 j 个普通库、第 k 个冷库、第 l 个恒温库的可用面积， m^2 ；

$E_{Re, L, k}$ ——核算周期内，冷库 k 制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{Re, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 制冷或加热保温电力消耗导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{R, L, k}$ ——核算周期内，冷库 k 制冷剂泄露导致的直接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{R, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 制冷剂泄露导致的直接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{Sh, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$Q_{avg, P, j}$ 、 $Q_{avg, L, k}$ 、 $Q_{avg, H, l}$ ——分别是核算周期内，第 j 个普通仓库、第 k 个冷库、第 l 个恒温仓库的平均存储量；

D ——核算周期， d ；

m 、 o 、 p ——分别是普通库、冷库、恒温库的数量。

考虑到物流园区实际运行状态下制冷剂的使用是统一加注与管理的，这里给出有关制冷剂泄露导致的直接温室气体排放分摊至单个冷库和恒温库的计算公式

$$E_{R, L, k} = \frac{E_R \times S_{L, k}}{\sum_{k=1}^o S_{L, k} + \sum_{l=1}^p S_{H, l}} \quad (24)$$

$$E_{R, H, l} = \frac{E_R \times S_{H, l}}{\sum_{l=1}^o S_{L, l} + \sum_{l=1}^p S_{H, l}} \quad (25)$$

$E_{R, L, k}$ ——核算周期内，冷库 k 制冷剂泄露导致的直接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$E_{R, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 制冷剂泄露导致的直接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$S_{L, k}$ 、 $S_{H, l}$ ——分别是冷库 k 、恒温库 l 的可用面积， m^2 ；

o 、 p ——冷库、恒温库的数量。

仓储区用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放分摊至各个恒温库的计算公式及如下

$$E_{Sh, H, l} = \frac{E_{Sh, H} \times S_{H, l}}{\sum_{l=1}^p S_{H, l}} \quad (26)$$

$E_{Sh, H, l}$ ——核算周期内，恒温库 l 用于供暖热力消耗所需导致的间接温室气体排放， $\text{t CO}_2\text{e}$ ；

$S_{H, l}$ ——恒温库 l 的可用面积， m^2 ；

p ——恒温库的数量。

对于与货物仓储存储间接相关的排放源，在进行计算时推荐先进行整体区域的计算，随后参照面积分摊方式分摊至各仓库。分摊方式如以下公式所示：

$$E_{W,P,j} = \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{P,j}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} \quad (27)$$

$$E_{W,L,k} = \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{L,k}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} \quad (28)$$

$$E_{W,H,l} = \frac{(E_g + E_{W,HEO} + E_{W,HEEP} + E_{We} + E_{Wh}) \times S_{H,l}}{\sum_{j=1}^m S_{P,j} + \sum_{k=1}^o S_{L,k} + \sum_{l=1}^p S_{H,l}} \quad (29)$$

$E_{W,P,j}$ ——核算周期内，分摊到普通库 j 的与货物仓储存储间接相关的温室气体排放量，t CO₂e；

$E_{W,L,k}$ ——核算周期内，分摊到冷库 k 的与货物仓储存储间接相关的温室气体排放量，t CO₂e；

$E_{W,H,l}$ ——核算周期内，分摊到恒温库 l 的与货物仓储存储间接相关的温室气体排放量，t CO₂e；

$S_{P,j}$ 、 $S_{L,k}$ 、 $S_{H,l}$ ——分别是普通库 j 、冷库 k 、恒温库 l 的可用面积，m²；

m 、 o 、 p ——分别是普通库、冷库、恒温库的数量。

8.4 碳足迹因子法核算物流园区货物储运碳足迹

$$E_{HUB} = E_A + E_S + E_{PL} \quad (30)$$

E_{HUB} ——物流园区内与货物储运相关的温室气体总排放量，t CO₂e；

E_A ——物流园区货物仓储活动碳足迹，t CO₂e；

E_S ——物流园区货物仓储存储碳足迹，t CO₂e；

E_{PL} ——包装材料的使用导致的温室气体排放，t CO₂e。

$$E_A = TP \times CF_A \times 10^{-6} \quad (31)$$

E_A ——物流园区货物仓储活动碳足迹，t CO₂e；

TP ——货物吞吐量，t；

CF_A ——物流园区货物仓储活动碳足迹因子，g CO₂e/t。

$$E_S = 10^{-6} \times \sum_{i=1}^n (Q_{avg,i} \times D \times CF_{S,i}) \quad (32)$$

E_S ——物流园区仓储存储碳足迹，t CO₂e；

$Q_{avg,i}$ ——仓库 i 的平均存储量，t；

D ——核算期的时间，d；

$CF_{S,i}$ ——仓库 i 的货物仓储存储碳足迹因子，g CO₂e/d·t；

i ——不同类型仓库对应的独立仓库 i ，仓库类型包括普通库、冷库和恒温库；

n ——涉及物流园区货物仓储存储的所有类型仓库个数；

8.5 数据来源

核算时间范围可根据实际核算要求调整，推荐以年度、月度为单位作为核算周期获取园区温室气体排放量。

物流园区基础信息、物流园区货物信息以园区实测值或统计数据为准，具体的，物流园区基础信息和货物信息的收集表格可参考表 8.1、表 8.2 和表 8.3。

表 8.1 物流园区基础信息收集示意表

区域	实用面积 (m ²)	可用面积 (m ²)
园区总	S _总	—
园区仓储区	S _仓	—
普通库 1	—	S _{P1}
普通库 2	—	S _{P2}
.....	—
普通库 n	—	S _{Pn}
冷库 1	—	S _{L1}
冷库 2	—	S _{L2}
.....	—
冷库 n	—	S _{Ln}
恒温库 1	—	S _{H1}
恒温库 2	—	S _{H2}
.....	—
恒温库 n	—	S _{Hn}

表 8.2 物流园区货物信息收集示意表-货物吞吐量 (吨)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
入库量													
出库量													
吞吐量													

表 8.3 物流园区货物信息收集示意表-货物平均存储量 (吨)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
普通库 1													
普通库 2													
.....
普通库 n													
冷库 1													
冷库 2													
.....
冷库 n													
恒温库 1													
恒温库 2													
.....
恒温库 n													

9 报告要求和格式

在进行物流园区货物储运碳足迹及因子的核算时，能源消耗量数据、实际使用的碳排放因子和温室气体排放量可参照下表的格式进行报告。

表 9.1 物流园区货物储运碳足迹核算温室气体排放量报告表

排放源项序号	排放源项	能源和其他温室气体物质			排放因子			排放量 (t CO ₂ e)
		类别 ^b	消耗量	单位	数值	单位	来源	
1								
2								
3								
...								
n								

注:

^a 本标准中排放源项指本标准规定的 16 种物流园区货物储运排放源项。

^b 能源和其他温室气体物质可以是电力、热力、化石燃料、生物燃料、制冷剂和灭火剂等。

如物流园区对本园区的货物储运碳足迹因子需要统计，可参照下表的格式进行报告。

表 9.2 物流园区货物储运碳足迹因子报告表

仓储区/仓库类 别 ^a	仓库编号	基础信息		碳足迹因子		
		实用面积/可用 面积 (m ²)	吞吐量/平均存 储量 (t)	类别 ^b	数值	单位

注:

^a 本标准中将仓库类别根据存储温度分为普通库、冷库、恒温库。

^b 碳足迹因子的类别为货物仓储活动碳足迹因子和货物仓储存储碳足迹因子，对应的单位分别为 g CO₂e/t 和 g CO₂e/t·d。

附录 A 化石燃料排放因子的计算表及缺省值 (资料性)

有关化石燃料能量消耗量的数据计算需按照公式计算获得：

$$AD=NCV_i \times FC_i$$

其中，

AD ——为核算期内化石燃料能量消耗量，单位为吉焦（GJ）；

NCV_i ——核算期内化石燃料 i 的平均低位发热量，对于固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；对于气体燃料，单位为吉焦每万标准立方米（GJ/ 10^4 Nm³）；

FC_i ——核算期内化石燃料实物消耗量，对于固体或液体燃料，单位为吨（t）；对于气体燃料，单位为万标准立方米（ 10^4 Nm³）。

i ——化石燃料 i 。

化石燃料排放因子可用单位热值含碳量 CC 、碳氧化率 OF 得到，也可以直接参考附录 A.1、附录 A.2、附录 A.3。计算化石燃料 i 燃烧过程的排放因子 $EF_{HEO,i}$ 具体公式为：

$$EF_{HEO,i} = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}$$

其中，

$EF_{HEO,i}$ ——化石燃料 i 燃烧活动的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）；

CC_i ——化石燃料 i 的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；

OF_i ——化石燃料 i 的碳氧化率，%；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比；

i ——化石燃料 i 。

附表 A.1 IPCC 化石燃料排放因子

燃料种类	净发热值即低位发热量 (GJ/t 或 GJ/ 10^4 m ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率	CO ₂ 排放因子 (kg/TJ)	CH ₄ 排放因子 -CO ₂ 当量 (kg/TJ)	N ₂ O 排放因子 -CO ₂ 当量 (kg/TJ)	范围
柴油	43	20.2	1	74100	3	0.6	仅包括燃烧过程
汽油	43	20.2	1	74100	3	0.6	
液化石油气	47.3	17.2	1	63100	1	0.1	
生物汽油	27	19.3	1	70800	3	0.6	
生物柴油	27	19.3	1	70800	3	0.6	
天然气	48	15.3	1	56100	1	0.1	
液化天然气	44.2	17.5	1	64200	3	0.6	
无烟煤	26.7	26.8	1	98300	1	1.5	
炼焦煤	28.2	25.8	1	94600	1	1.5	
褐煤	11.9	27.6	1	101000	1	1.5	
焦炭	28.2	29.2	1	107000	1	1.5	
其他沥青煤	25.8	25.8	1	94600	1	1.5	
次沥青煤	18.9	26.2	1	96100	1	1.5	

来源：IPCC-《2019 年细化（增补）2006 年 IPCC 指南：国家温室气体清单》。

附表 A.2 中国产品全生命周期温室气体排放系数集-化石燃料排放因子

燃料种类	排放因子（气体： kgCO ₂ e/m ³ 或固体、液 体： kgCO ₂ e/t）	上游排放因子（气体： kgCO ₂ e/m ³ 或固体、液体： kgCO ₂ e/t）	下游排放因子（气体： kgCO ₂ e/m ³ 或固体、液 体： kgCO ₂ e/t）	范围
天然气	2.8	0.64	2.16	
汽油	3.85	0.81	3.04	
柴油	3.82	0.67	3.15	
液化石油气	5.11	2.01	3.1	
液化天然气	2.61	-	2.61	
生物柴油-大豆	8.333	4.17	4.163	
生物柴油-油菜籽	6.144	3.07	3.074	
生物柴油-麻疯树	4.137	2.07	2.067	
无烟煤	2.03	0.11	1.92	
烟煤	1.87	0.11	1.76	
褐煤	1.5	0.11	1.39	
焦炭	3.39	0.54	2.85	

来源：《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》（2022年）。

附表 A.3 GLEC 包含的化石燃料排放因子

区域	能源燃料	低位发热 值 MJ/kg	密度 kg/L	温室气体排 放 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	温室气体排 放 (WTW) kg CO ₂ e/GJ	非 CO ₂ 温室 气体排 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	范围
欧洲	汽油	42.50	0.74	75.0	99.0	0.14	温室气体排放 TTW 因子为化 石燃料使用过 程的排放因子； 温室气体 WTW 因子为包括基 础设施等上游 供应端的排放 因子； 非 CO ₂ 温室气体 TTW 因子为化石燃
	乙醇 (40%玉米、35%甜菜、25% 小麦)	27.00	0.78	0.1	48.0	0.14	
	柴油	42.80	0.83	75.3	97.8	1.16	
	生物柴油 (50%菜籽油、40% 废食用 油、10%大豆)	37.00	0.89	1.2	35.4	1.16	
	液化石油气 (LPG)	45.50	0.55	67.0	90.1	0.23	

区域	能源燃料	低位发热量 值 MJ/kg	密度 kg/L	温室气体排 放 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	温室气体排 放 (WTW) kg CO ₂ e/GJ	非 CO ₂ 温室 气体排 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	范围
北美	HVO/HEFA (SAF) (50%菜籽油、50%废弃食用油)	44.0	0.77	1.2	29.7	1.16	料使用过程的排放因子。
	氢	120	NA	0.0	101.3	0.00	
	压缩天然气	49.20	NA	55.8	77.1	0.61	
	液化天然气 (LNG)	49.1	NA	57.0	83.1	0.61	
	生物天然气 (40%玉米、40%粪肥、20%生物废弃物)	50.0	NA	0.9	25.7	0.93	
	生物液化天然气 (40%玉米、40%粪肥、20%生物废弃物)	50.0	NA	0.9	29.8	0.93	
北美	汽油	41.7	0.749	73.0	89.6	0.30	
	乙醇 (玉米)	27.0	0.789	0.36	46.5	0.36	
	柴油	42.6	0.847	75.5	90.9	0.82	
	生物柴油 (大豆)	37.7	0.881	0.78	19.8	0.78	
	液化石油气 (LPG)	46.6	0.508	64.8	77.8	0.30	
	压缩天然气	47.1	NA	56.1	70.1	-0.10	

区域	能源燃料	低位发热量 MJ/kg	密度 kg/L	温室气体排放 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	温室气体排放 (WTW) kg CO ₂ e/GJ	非 CO ₂ 温室 气体排 (TTW) kg CO ₂ e/GJ	范围
中国	液化天然气 (LNG)	48.6	NA	57.6	76.6	1.10	
	汽油	43.1	0.74	69.8	92	1.86	
	柴油	42.7	0.83	73.8	96.2	1.18	
	液化石油气 (LPG)	50.2	0.54	63.7	85.7	1.9	
	液化天然气 (LNG)	44.2	0.42	65.4	93.2	3.56	

来源：GLEC《全球物流排放理事会：物流排放核算与报告框架》v3.2。

注：GLEC 中给出的欧洲化石燃料排放因子包括基础设施排放，美国化石燃料排放因子不包括基础设施排放。在 ISO 14083 中对于固体、液体和气体燃料供应端基础设施的范围规定为：能源基础设施的生产和拆除，例如：电厂制造、一次能源的提取栽培、化工加工、能源的输送和分配（包括管道）等生产环节所使用的燃料。

附录 B 电力、热力排放因子

(资料性)

附表 B.1 电力平均二氧化碳排放因子（生态环境部）

区域	排放因子 (kgCO ₂ /kWh) 2021 年电力平均二氧化碳排放 因子	排放因子 (kgCO ₂ /kWh) 2022 年电力平均二氧化碳排放 因子	范围
全国	0.5568	0.5366	
华北	0.7120	0.6776	
东北	0.6012	0.5564	
华东	0.5992	0.5617	
华中	0.5354	0.5395	
西北	0.5951	0.5857	
南方	0.4326	0.3869	
西南	0.2113	0.2268	
北京	0.5688	0.5580	
天津	0.7355	0.7041	
河北	0.7901	0.7252	
山西	0.7222	0.7096	
内蒙古	0.7025	0.6849	
辽宁	0.5876	0.5626	
吉林	0.5629	0.4932	
黑龙江	0.6342	0.5368	
上海	0.5834	0.5849	仅包括发电过程直接排放
江苏	0.6451	0.5978	
浙江	0.5422	0.5153	
安徽	0.7075	0.6782	
福建	0.4711	0.4092	
江西	0.5835	0.5752	
山东	0.6838	0.6410	
河南	0.6369	0.6058	
湖北	0.3672	0.4364	
湖南	0.5138	0.4900	
广东	0.4715	0.4403	
广西	0.5154	0.4044	
海南	0.4524	0.4184	
重庆	0.4743	0.5227	
四川	0.1255	0.1404	
贵州	0.5182	0.4989	

区域	排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	范围
	2021 年电力平均二氧化碳排放因子	2022 年电力平均二氧化碳排放因子	
云南	0.1235	0.1073	
陕西	0.6336	0.6558	
甘肃	0.4955	0.4772	
青海	0.1326	0.1567	
宁夏	0.6546	0.6423	
新疆	0.6577	0.6231	

来源：生态环境部发布。

注：目前中国的电力、热力温室气体排放因子包括电力、热力生产过程（生产电力、热力的能源消耗过程）的排放，不包括：1) 电力、热力生产所使用的化石燃料的开采、炼制、分选、运输等过程的排放，也不包括化石燃料的开采、炼制、分选、运输设备制造过程的排放；2) 电力、热力生产设备制造过程导致的排放。

附表 B.2 全国电力全生命周期碳足迹因子

区域	排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	范围
全国	0.6205	全生命周期

来源：生态环境部 2025 年发布。

附表 B.3 全国燃煤发电平均碳排放因子

区域	排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	范围
全国	0.93	生产单位该产品的温室气体排放量，包括电力、运输等

来源：《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》。

附表 B.4 其他国家电力平均碳排放因子

区域	排放因子	单位	范围
欧洲平均（2021 年欧盟 27 国） ^a	92.8	gCO ₂ e/MJ	生产单位该产品的温室气体排放量，包括输配电平均损耗等
美国 ^b	97.2	gCO ₂ e/MJ	生产单位该产品的温室气体排放量，包括输配电平均损耗，但不包括发电设施建设的排放
中国（2022 年电力排放因子） ^c	149.1	gCO ₂ e/MJ	仅使用过程
中国（2023 年中国电力碳足迹因子） ^c	172.4	gCO ₂ e/MJ	生产单位该产品的温室气体排放量，包括输配电平均损耗等

^a: 欧洲平均电力包括基础设施排放。

^b: 美国电力不包括基础设施排放。

^c: 中国 2022 年电力二氧化碳排放因子仅统计发电过程中的直接排放，与附录 B.1 对应，根据核算需要可直接参考附录 B.1；中国 2023 年电力碳足迹因子完整纳入了各类发电方式的碳足迹数据，被认为是符合 ISO 14083 标准和 GLEC 框架的核算要求的因子，与附录 B.2 相对应，根据核算需要可直接参考附录 B.2。

来源：GLEC《全球物流排放理事会：物流排放核算与报告框架》v3.2。

注：在 ISO 14083 中对电力供应端基础设施的范围规定为：一次能源的开采、加工、运输、发电、发电基础设施等。太阳能电池板或风力涡轮机制造，与电力传输和分配有关的电网损耗。

附表 B.5 全国热力排放因子

区域	排放因子 (tCO ₂ e/GJ)	范围
全国	1.1	仅包括燃烧过程

来源：生态环境部办公厅关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》（环办气候函〔2023〕43 号）。

附录 C 制冷剂泄漏量排放核算 (资料性)

在已知仓储区制冷剂泄漏率的条件下，核算期内制冷剂泄露量可以由以下公式计算

$$AD_{R,a} = M_{R,a} \times R$$

其中，

$AD_{R,a}$ ——核算期内，制冷剂 a 泄漏的质量，单位为千克 (kg)；

$M_{R,a}$ ——制冷剂 a 充注量，单位为千克 (kg)；

R ——核算期内，制冷剂泄漏率，单位为%。

无法得知已知仓储区冷库制冷剂泄漏率的条件下，核算期内制冷剂泄露量可以由以下公式计算：

$$AD_{R,a} = M_{R,a} + M_{ir} - M_{cr} - M_{er}$$

其中，

$AD_{R,a}$ ——核算期内，制冷剂 a 泄漏的质量，单位为千克 (kg)；

$Q_{R,i}$ ——核算期开始，制冷系统及设施的制冷剂充注量，单位为千克 (kg)；

Q_{ir} ——核算期内，制冷系统及设施的制冷剂补充量，单位为千克 (kg)；

Q_{cr} ——核算期内，制冷系统及设施的制冷剂回收量，单位为千克 (kg)；

Q_{er} ——核算期结束，制冷系统及设施的制冷剂剩余充注量，单位为千克 (kg)。

附表 C.1 制冷剂全球增温潜势 GWP

类型	化学式	中文名	GWP100 (g CO ₂ e/g)
R-12	CF ₂ Cl ₂ //CCl ₂ F ₂	二氯二氟甲烷	12500.00
R-22	CHClF ₂	氯二氟甲烷	1960.00
R-23	CHF ₃	三氟甲烷	14600.00
R-32	CH ₂ F ₂	二氟甲烷	711.00
R-115	CClF ₂ CF ₃	氯五氟乙烷	9600.00
R-124	C ₂ HF ₄ Cl// CHClFCF ₃	1-氯-1,2,2,2-四氟乙烷	597.00
R-125	CHF ₂ CF ₃	五氟乙烷	3740.00
R-134a	CH ₂ FCF ₃	1,1,1,2-四氟乙烷	1530.00
R-142b	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	1-氯-1,1-二氟乙烷	2300.00
R-143a	CH ₃ CF ₃	1,1,1-三氟乙烷	5810.00
R-152a	C ₂ H ₄ F ₂ //CH ₃ CHF ₂	1,1-二氟乙烷	164.00
R-218	C ₃ F ₈	八氟丙烷	9290.00
R-290	C ₃ H ₈	丙烷	0.02
R-401A	混合物,自行计算:53% R-22、13% R-152A、34%R-124		1263.10
R-402A	混合物,自行计算:60%R-125、2%R-290、38%R-22		2988.80
R-404A	混合物,自行计算:44% R-125、4% R-134a、52% R-143a		4728.00
R-407A	混合物,自行计算:20% R-32、40% R-125、40% R-134a		2262.20
R-407C	混合物,自行计算:23%R-32、25%R-125、52%R-134a		1907.90
R-407F	混合物,自行计算:30%R-32、30%R-125、40%R-134a		1965.30

R-408A	混合物,自行计算:7%R-125、46%R-143a、47% R-22		3855.60
R-409A	混合物,自行计算:60%R-22、25%R-124、15%R-142b		1670.30
R-410A	混合物,自行计算:50%R-32、50%R-125		2255.50
R-413A	混合物,自行计算:88% R-134a、9%R-218、3% R-600a		2182.50
R-417A	混合物,自行计算:46.6%R-125、50%R-134a、3.4% R-600		2507.80
R-417C	混合物,自行计算:19.5%R-125、78.8% R-134a、1.7% R-600		1934.90
R-422A	混合物,自行计算:85.1% R-125、11.5% R-134A、3.4%R-600a		3358.70
R-422D	混合物,自行计算:65.1%R-125、31.5% R-134a、3.4% R-600a		2916.70
R-448a	混合物,自行计算:26%R-32、26%R-125、20% R-1234yf、21%R-134a、7% R-1234ze (E)		1494.40
R-449A	混合物,自行计算:25.7%R-134a、25.3%R-1234yf、24.7%R-125、24.3% R-32		1504.50
R-450A	混合物,自行计算:42%R-134a、58%R-1234ze (E)		643.40
R-452a	混合物,自行计算:11% R-32、59%R-125、30%R-1234yf		2291.60
R-502	混合物,自行计算: 48.8% R-22、 51.2% R-115		5871.70
R-504	混合物,自行计算:48.2% R-32、51.8%R-115		5344.40
R-507	混合物,自行计算:50%R-125、50%R-143a		4775.00
R-507A	混合物,自行计算:50%R-125、50%R-143a		4775.00
R-509A	混合物,自行计算:44%R-22、56%R-218		6064.80
R-513A	混合物,自行计算:44%R-134a、56%R-1234yf		673.50
R-600	C ₄ H ₁₀	正丁烷	0.01
R-600a	C ₄ H ₁₀	异丁烷	0.01
R-717	NH ₃	氨	-
R-744	CO ₂	二氧化碳	1.00
R-1234ze (E)	C ₃ H ₂ Fe//trans-CF ₃ CH=CHF	(E)-1,3,3,3-四氟丙烯	1.40
R-1234yf	C ₃ H ₂ F ₄ //CF ₃ CF=CH ₂	2,3,3,3-四氟丙烯	0.50
ISCEON 89	混合物,自行计算:86%R-125、9%R-218、5% R-290		4052.50
FX 100 (R-427A)	混合物,自行计算:50%R-134a、25%R-125、15% R-32、10% R-143a		2396.70

来源：GLEC《全球物流排放理事会：物流排放核算与报告框架》v3.2。

注：ISO 14083 在边界确定中有指出：运输链温室气体排放的量化不应包括制冷剂的生产和供应过程。

附录 D 包装材料排放因子

(资料性)

附录 D.1 中国包装材料排放因子

包装材料名称	生产过程排放因子	原材料排放因子	总排放因子
	tCO ₂ e/t	tCO ₂ e/t	tCO ₂ e/t
运单	0.372	1.5	1.87
封套	0.008	2.52	2.53
塑料缠绕膜	0.56	2.18	2.74
塑料薄膜包装袋	0.56	2.68	3.24
塑料编织布包装袋	0.537	1.97	2.51
胶带	0.795	1.97	2.77
纸质包装箱	0.257	0.88	1.14
其他塑料包装材料	0.56	2.053	2.61

来源：《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，部分原材料生产过程排放因子来自 Ecoinvent 5.1 数据库，生产过程排放因子来自 TZ/T 0135—2014。

附录 D.2 英国包装材料排放因子

材料	具体分类	原材料生产 ^a kg CO ₂ e/t	闭环来源 ^b kg CO ₂ e/t
塑料	塑料：普通塑料	3164.780	1566.386
	塑料：普通塑料薄膜	2910.465	1094.583
	塑料：平均塑料刚性	3345.308	1906.704
	塑料：HDPE（包括成型）	3086.390	1761.808
	塑料：LDPE 和 LLDPE（包括成型）	2959.318	1088.919

	塑料: PET (包括成型)	3854.919	2204.919
	塑料: PP (包括成型)	2568.589	1303.589
	塑料: PS (包括成型)	4367.440	2660.399
	塑料: PVC (包括成型)	2935.773	1838.840
纸类	纸和纸板: 纸板	1193.966	1092.355
	纸和纸板: 混合	1282.744	1063.015
	纸和纸板: 纸	1339.318	1044.318

^a: 指使用原生材料生产该包装材料的碳排放因子；
^b: 指使用回收材料生产同类新包装材料的碳排放因子。

来源：英国环境署-英国政府公司报告的温室气体转换系数（UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting）

附录 D.3 美国包装材料排放因子

种类	制造工艺	单位	CO ₂ 排放因子	范围
纸浆、纸张和木制品	层压板制造	磅/烘干吨 (lb/Oven-dried Ton)	920	生产过程排放

来源：美国国家环境保护局 (USEPA) -AP-42，固定污染源大气污染物排放因子汇编 (AP-42, Compilation of Air Pollutant Emissions Factors from Stationary Sources)

参考文献

- [1] GB/T 24001-2016 环境管理体系 要求及使用指南
- [2] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [3] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [4] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- [5] GB/T 32151.6—2015 温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空业
- [6] GB/T 32151.27—2024 温室气体排放核算与报告要求 第27部分：陆上交通运输企业
- [7] GB/T 32151.30—2024 温室气体排放核算与报告要求 第30部分：水运企业
- [8] GB 50072-2021 冷库设计规范
- [9] GB/T 37099 绿色物流指标构成与核算方法
- [10] ISO 14040:2006 Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework
- [11] ISO 14083:2023 Greenhouse gases—Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations
- [12] 中国产品全生命周期温室气体排放系数库,中国环境出版集团,中国城市温室气体工作组,2022
- [13] GHG Protocol:A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition).World Resource Instituteand World Business Council for Sustainable Development).
- [14] IPCC2019:2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- [15] Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting, Version 3.1, Global Logistics Emissions Council. Smart Freight Centre, 2025.
- [16] Environmental Methodology and Data Update 2025, ISO 14083 Version 4.0, EcoTransIT World.
- [17] GUIDE FOR GREENHOUSE GAS EMISSIONS ACCOUNTING AT LOGISTICS HUBS, Version 2.0, Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML, 2023.