

ICS XX.XXX.XX

CCS X XX

团 体 标 准

T/XXXXX XXX—XXXX

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 吻合器

Greenhouse gas-Quantification requirement and method of product carbon
footprint-Staplers

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

上海市节能环保服务业协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 量化目的.....	3
5 量化范围.....	3
6 数据和数据质量.....	5
7 清单分析.....	8
8 影响评价.....	13
9 结果解释.....	15
10 产品碳足迹报告.....	15
附录A（资料性） 吻合器生产工艺流程图示意图.....	17
附录B（资料性） 各阶段数据收集要求.....	18
附录C（资料性） 吻合器碳足迹核算数据收集清单示例.....	19
附录D（资料性） 产品碳足迹的表征指标和特征化因子.....	23
附录E（资料性） 生命末期阶段情景假设内容.....	24
参考文献.....	25

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。

本文件由上海市能效中心提出并组织实施。

本文件由上海市节能环保服务业协会归口。

本文件起草单位：天臣国际医疗科技股份有限公司、上海市能效中心、复旦大学、上海海科智慧数据科技有限公司。

本文件主要起草人：

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 吻合器

1 范围

本文件规定了吻合器产品碳足迹评价的方法学和要求，包括量化目的、量化范围、系统边界、数据和数据质量、清单分析、影响评价、结果解释和产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于吻合器产品碳足迹和产品部分碳足迹量化。本文件所指吻合器包括电动吻合器和手动吻合器。

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
YY 0875 外科器械 直线型吻合器及组件

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、YY 0875-2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

吻合器 stapler

一种使用吻合钉对组织进行连接和缝合的医疗器械。

注1：吻合钉指一种应用在吻合器中、用于连接和缝合组织的医疗器械，通常由纯钛、钛合金等符合GB/T 13810标准的植入材料或其他经验证对人体无危害的材料制成。

注2：吻合器通常分为手动吻合器和电动吻合器。手动吻合器通过手动操作击发装置工作，电动吻合器通过电动机和其他机械部件等工作。

3.2

温室气体 greenhouse gas (GHG)

大气层中自然存在的和人类活动生产的，能够吸收的散发由地球表面、大气层和云层所产生且波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体指二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）七类。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1，有修改]

3.3

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

[来源：GB/T 24067-2024，3.4.3]

3.4

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。

3.5

吻合器碳足迹 carbon footprint of the stapler

吻合器生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的 GHG 排放量和清除量的总和,以二氧化碳当量(CO₂e)表示。

注1:本文件的吻合器碳足迹是指从摇篮到坟墓阶段的碳足迹。从摇篮到坟墓覆盖原材料获取、生产、运输/交付、使用和生命末期阶段。

注2:温室气体排放量是指在特定时段内释放到大气中的温室气体总量(以质量单位计算),温室气体清除量是指在特定时段内从大气中清除的温室气体总量(以质量单位计算)。

3.6

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源:GB/T 24040-2008, 3.34]

3.7

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源:GB/T 24040-2008, 3.20]

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。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.3.4]

3.9

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做出的规定。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.4.1]

3.10

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注1:初级数据并非必须来自所研究的产品系统,因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

注2:初级数据可以包括碳足迹因子或活动数据。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.6.1]

3.11

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获取的初级数据。

注1:所有现场数据均为初级数据,但并不是所有初级数据都是现场数据,因为数据可能是从不同产品系统内部获得的。

注2:现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体消除量。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.6.2]

3.12

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，可来源于数据库、公开文献、国家碳足迹因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据，推荐使用本土化数据库。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.3]

3.13

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24040-2008，3.17]

4 量化目的

总体上，开展吻合器产品碳足迹量化应当结合取舍准则（见 5.5），通过量化吻合器产品系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，以二氧化碳当量（CO₂e）计算 1 把吻合器产品对全球变暖的潜在贡献。

在确定吻合器产品碳足迹量化目的时，应明确说明以下问题：

- a) 预期应用；
- b) 开展吻合器产品碳足迹量化的理由；
- c) 目标受众（即量化结果的接收者）；
- d) 符合 ISO 14026 要求，计划交流的吻合器碳足迹的信息（如有）。

5 量化范围

5.1 总体要求

在确定吻合器碳足迹量化范围过程中，应包括但不限于下列各项。

产品（系统）范围：明确产品名称、特性、功能单位、系统边界（见 5.4）；

时间范围：选择量化碳足迹有代表性的时间段；

温室气体范围：明确核算考虑的温室气体类别。

5.2 产品描述

产品的组成为吻合器，包括手动吻合器和电动吻合器两类。1 把吻合器的主要组成为吻合器器身组件、钉仓组件以及产品内外包装。

目标产品需具体描述其功能和规格，以确保目标受众可以明确识别产品，描述内容包括但不限于以下内容：

- a) 设备外形：具体可分为直线型吻合器、管型吻合器和弧线型吻合器；
- b) 设备功能：可分为非切割吻合器和切割吻合器；
- c) 驱动方式：可分为电动吻合器和手动吻合器；
- d) 使用场景：可分为腔镜吻合器、皮肤吻合器、消化道吻合器等；
- e) 组成材料：根据吻合钉的材质，可分为纯钛、钛合金、纯钽等材料；
- f) 设备参数：包括吻合器的重量、吻合长度、吻合钉高度等；
- g) 产品型号：生产企业给定的具有一定含义的型号规格代码。

示例：1 把直线型手动切割腔镜吻合器，吻合钉材质为纯钛，重量为 0.5kg，吻合长度为 60mm，吻合钉高度为 4.8mm，产品型号为 X-YZ-123。

5.3 功能单位

以 1 把在参考使用寿命期间提供外科手术所需的组织切割与吻合功能的吻合器（含包装及其全部配件）为功能单位。

示例：1 把提供外科手术所需的组织切割与吻合功能的直线型手动切割腔镜吻合器（含包装及配套钉仓），参考使用寿命为一次手术时长。

5.4 系统边界

5.4.1 系统边界概述

本文件界定的吻合器生命周期系统边界为从摇篮到坟墓，包括原材料获取阶段、生产阶段、运输/交付阶段、使用阶段和生命末期阶段。在进行产品碳足迹评价时，应当绘制所涵盖的系统边界流程图（如图 1 所示）。吻合器产品生产工艺流程示例图见附录 A。在确定系统边界时，不应包括任何与生产过程无直接联系的内容，如厂区内人员及生活设施、员工通勤、道路与厂房的基础设施等。

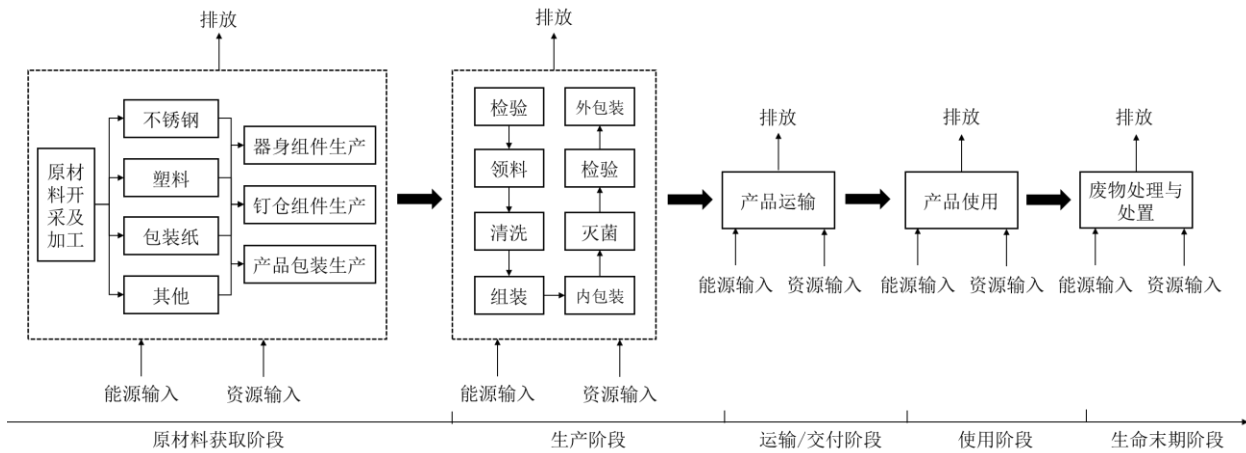


图 1 吻合器从摇篮到坟墓系统边界流程图

5.4.2 原材料获取阶段

- 吻合器的原材料获取阶段从自然界材料提取时开始，在原材料产品到达生产企业时终止。包括：
- 原材料的开采、加工和运输等过程，包括不锈钢、钛合金、电池等的生产等；
 - 包装材料的生产 and 运输等过程，如平袋、吸塑盒和泡罩等内包装和瓦楞纸、白卡纸等外包装；
 - 辅助材料的生产 and 运输等过程，如水的供应过程等；
 - 原材料获取阶段涉及的能源与燃料的开采与运输等过程。

5.4.3 生产阶段

- 吻合器的生产阶段从原材料进入生产厂家开始，到产品最终生产完毕离开生产厂家截止。包括：
- 吻合器零部件的清洗与干燥过程；
 - 吻合器整体的组装与检验过程；
 - 吻合器整体整机的包装、灭菌与无菌检验过程；
 - 吻合器生产过程的燃料、电、热能等能源和纯化水等资源的消耗；
 - 与生产吻合器产品相关的成品检验、包装与出厂前测试等过程；
 - 以上过程废弃物的处理处置过程。

5.4.4 运输/交付阶段

吻合器的运输/交付阶段从产品离开生产厂家开始，到抵达使用产品的下游医疗机构截止。包括：

- a) 运输过程的燃料、能源等消耗；
- b) 运输过程的因燃料燃烧等产生的温室气体直接排放。

5.4.5 使用阶段

吻合器的使用阶段从下游医疗机构获得产品开始，到产品被废弃截止。包括：

- a) 吻合器在使用相关过程中产生的能源消耗，如存储过程中保持恒温恒湿消耗的电力等；
- b) 吻合器废弃包装材料的回收和处理处置过程。

注：手动吻合器在手术使用过程中不消耗能源；电动吻合器的能耗来自产品内置电池，该部分能耗已在原材料获取阶段随电池生产过程计入，使用阶段不再单独核算。

5.4.6 生命末期阶段

吻合器的生命末期阶段从产品废弃后运输至回收点或处置点开始，到产品完全降解回归自然或分配至另一种产品的生命周期截止。包括：

- a) 废弃吻合器的收集和运输过程；
- b) 废弃吻合器的前处理过程，包括拆解、破碎和筛选等；
- c) 废弃吻合器的最终处置过程，包括焚烧、填埋和回收等。

5.5 取舍准则

5.5.1 吻合器产品碳足迹的量化应包括系统的所有原材料及辅料投入、运输过程、工艺过程、能源消耗等排放活动。当某些排放源或原材料及辅料对某一单元过程的碳足迹无显著贡献时，可将其作为数据排除项排除并进行报告，但不应对吻合器产品碳足迹有实质性贡献的温室气体排放或清除排除在外。

5.5.2 进行数据取舍时，在吻合器产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。对吻合器产品系统输入和输出的取舍准则及选取的假设等应在报告中明确的描述，舍去的温室气体排放与清除应有书面记录，所选择的取舍准则对量化结果产生的影响应在报告中做出解释。

5.5.3 商务旅行或员工通勤、道路与厂房的基础设施、投资所需物资及设备的生产、厂区内人员及生活设施的消耗和排放、仓库的照明/通风/制冷/供暖等的能源消耗、产品的装载/收货/入库/储存等相关过程，均可排除在外。

注：关于取舍准则的详细描述和指南见 GB/T 24044-2008 的 4.2.3.3.3。

6 数据和数据质量

6.1 数据质量要求

6.1.1 为满足量化目的和范围，尽可能地减少偏差和不确定性，吻合器产品碳足迹核算宜使用现有最高质量数据。吻合器各阶段数据收集要求见附录 B。

6.1.2 吻合器数据收集与处理过程中，相关数据应满足以下数据质量要求：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份以及所收集数据的最小时间跨度；
- b) 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
- c) 精度：对每个数据值的可变性的度量（例如：方差）；
- d) 完整性：应涵盖系统边界规定的所有单元过程；根据 5.5 的数据取舍准则，检查是否有缺失的

单元过程或输入输出物质；

- e) 一致性：同类数据的采集或选择时，应保持相同的数据来源、统计口径和处理规则；
- f) 可重现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息获取相同研究结果的可能性的定性评价；
- g) 信息的不确定性：包括参数（如碳足迹因子、活动数据）的不确定性、情景（如运输、使用或生命末期阶段情景）的不确定性、模型的不确定性；

6.1.3 开展吻合器产品碳足迹核算的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，根据 6.2 进行数据质量评价，并持续提高数据质量。

6.2 数据质量评分

6.2.1 数据质量应从定量和定性两个方面来衡量，在吻合器碳足迹量化过程中，应分别对活动数据、碳足迹因子和初级数据份额开展数据质量评价。

6.2.2 对于活动数据，应按照表 1 对数据的可靠性、时间代表性、技术代表性、地理代表性四项数据质量标准分别评分。对于碳足迹因子，应按照表 2 对数据的时间代表性、技术代表性、地理代表性三项数据质量标准分别评分。对于初级数据份额，应按照公式（4）进行计算。

表 1 活动数据的数据质量评分表

数据质量水平	评分	可靠性	时间代表性	技术代表性	地理代表性
优秀	1	实际测量值	原始数据为报告评价年份1年内数据	与实际生产技术一致	企业数据
很好	2	基于部分测量数据	原始数据为报告评价年份2年内数据	采用相似技术替代	上海市平均数据
好	3	计算值，以合理的方法进行计算得到的数值	原始数据为报告评价年份4年内数据	采用其他技术替代	中国平均数据
普通	4	估算值，基于部分假设或推导算出的数值	原始数据为报告评价年份6年内数据	不适用	亚洲平均数据
差	5	不合格估算	原始数据为报告评价年份6年以上数据，或未指定时间有效期	不适用	全球平均及其他地区数据

表 2 碳足迹因子的数据质量评分表

数据质量水平	评分	时间代表性	技术代表性	地理代表性
优秀	1	碳足迹因子数据为报告评价年份 1 年内数据	使用的技术与数据集范围内的技术完全相同	供应商数据
很好	2	碳足迹因子数据为报告评价年份 2 年内数据	使用的技术包括在数据集范围内的技术组合中	供应商生产所在区域数据
好	3	碳足迹因子数据为报告评价年份 4 年内数据	使用的技术仅部分包含在数据集范围内	供应商生产所在国家数据
普通	4	碳足迹因子数据为报告评价年份 6 年内数据	使用的技术与数据集范围中包含的技术类似	与供应商生产相近的其他区域数据，根据专家判断，估计有足够的相似性
差	5	碳足迹因子数据为报告评价年份 6 年以上数据，或未指定时间有效期	使用的技术不同于数据集范围中包含的技术	全球数据或其他区域数据

6.2.3 对于数据质量较差的数据，应进行敏感性分析或不确定性分析，识别和评估产品生命周期中被忽略的过程、被忽略的现场数据、关键假设等相关因素对吻合器产品碳足迹结果的影响，以说明碳足迹因子选择的合理性、活动数据的收集与处理是否符合本文件的要求。

注：敏感性分析或不确定性分析详细要求见 GB/T 24040 和 GB/T 24044。

6.2.4 活动数据的数据质量标准得分计算方法见公式（1）。

$$DQR_{AD,i} = \frac{DQR_{AD,Ri} + DQR_{AD,TEi} + DQR_{AD,Gi} + DQR_{AD,Ti}}{4} \quad (1)$$

式中：

$DQR_{AD,i}$ ——核算对象*i*的活动数据质量标准得分，无量纲单位；

$DQR_{AD,Ri}$ ——核算对象*i*的活动数据可靠性质量标准评分，无量纲单位；

$DQR_{AD,TEi}$ ——核算对象*i*的活动数据技术代表性质量标准评分，无量纲单位；

$DQR_{AD,Gi}$ ——核算对象*i*的活动数据地理代表性质量标准评分，无量纲单位；

$DQR_{AD,Ti}$ ——核算对象*i*的活动数据时间代表性质量标准评分，无量纲单位；

6.2.5 碳足迹因子的数据质量标准得分计算方法见公式（2）。

$$DQR_{EF,i} = \frac{DQR_{EF,TEi} + DQR_{EF,Gi} + DQR_{EF,Ti}}{3} \quad (2)$$

式中：

$DQR_{EF,i}$ ——核算对象*i*的碳足迹因子数据质量标准得分，无量纲单位；

$DQR_{EF,TEi}$ ——核算对象*i*的碳足迹因子技术代表性质量标准评分，无量纲单位；

$DQR_{EF,Gi}$ ——核算对象*i*的碳足迹因子地理代表性质量标准评分，无量纲单位；

$DQR_{EF,Ti}$ ——核算对象*i*的碳足迹因子时间代表性质量标准评分，无量纲单位；

6.2.6 整体数据质量标准得分计算方法见公式（3），整体数据质量等级评价见表 3。

$$DQR = \sum \frac{DQR_{AD,i} + DQR_{EF,i}}{2} \times P_i \quad (3)$$

式中：

DQR ——整体数据质量标准得分，无量纲单位；
 $DQR_{AD,i}$ ——核算对象*i*的活动数据质量标准得分，无量纲单位；
 $DQR_{EF,i}$ ——核算对象*i*的碳足迹因子数据质量标准得分，无量纲单位；
 P_i ——核算对象*i*的温室气体排放量占总排放量的比重，%。

表 3 整体数据质量等级 (DQR)

DQR	整体数据质量水平
$DQR \leq 1.6$	非常好
$1.6 < DQR \leq 2.0$	好
$2.0 < DQR \leq 3.0$	中等
$3.0 < DQR \leq 4.0$	差
$DQR > 4.0$	非常差

6.2.7 初级数据份额用于反映初级数据在碳足迹核算全过程中的占比，计算方法见公式 (4)。

$$PDS = \frac{\sum(AD_{Primary,i} \times EF_{Primary,i})}{\sum(AD_i \times EF_i)} \quad (4)$$

式中：

PDS ——初级数据份额，无量纲单位；

$AD_{Primary,i}$ ——为初级数据的核算对象*i*的活动数据，单位根据实际情况确认；

$EF_{Primary,i}$ ——为初级数据的核算对象*i*的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；

AD_i ——核算对象*i*的活动数据，单位根据实际情况确认；

EF_i ——核算对象*i*的碳足迹因子，单位与活动数据匹配。

7 清单分析

7.1 数据收集

7.1.1 总体要求

应收集吻合器系统边界范围内每一个单元过程的数据，包括初级数据和次级数据，数据获得方式和来源应予以说明。吻合器产品碳足迹数据收集应覆盖一个完整产品批次时间段，一般为 12 个月，如不足 12 个月应在报告中做出解释。吻合器碳足迹核算数据收集清单示例见附录 C。

7.1.2 数据类型

7.1.2.1 初级数据

吻合器系统边界范围内应使用初级数据的情况包括：

- 供应商生产零部件的原材料活动数据；
- 生产阶段各工序或单元的活动数据，包括输入的辅料、净外购能源和输出的产品、环境排放和废弃物等；
- 运输/交付阶段的运输方式、运输量和运输距离；
- 使用阶段的能耗及废包装活动数据；
- 生命末期阶段的废弃物活动数据。

初级数据的来源包括但不限于：直接监测记录、购买记录、台账、结算发票、物料清单、委托处置合同、第三方机构检测报告等。

7.1.2.2 次级数据

当吻合器的原材料及零部件、辅料、电力、运输、使用、废物处理处置等及其他技术参数的初级数据无法获取时，应根据本文件 7.1.3.2 的次级数据选取原则选择次级数据，并在产品碳足迹报告中解释说明。

吻合器系统边界范围内可使用次级数据的情况包括：

- a) 供应商生产零部件所消耗的原材料及辅料的开采、生产与运输过程；外购能源（电力、热力等）的开采、生产与运输过程；废弃物的收集、运输与处理处置过程；
- b) 生产阶段各工序或单元消耗的辅料以及外购能源的开采、生产与运输过程；
- c) 运输/交付阶段的货物运输过程；
- d) 使用阶段消耗能源的开采、生产与运输过程；废包装的回收和处理处置过程；
- e) 生命末期阶段的废弃物收集、运输及最终处理处置过程。

次级数据的来源包括但不限于：供应商提供的符合 GB/T 24040 和 GB/T 24044 标准要求的且经第三方独立验证的符合其产品类别规则或碳足迹报告中的数据、国家或行业主管部门公开发布的本土化碳足迹数据库、经第三方独立验证的基于政府统计、文献研究、行业协会报告、普及度较高的国际数据库、专家经验等的数据库。

7.1.3 数据选取原则

7.1.3.1 初级数据选取原则

在开展吻合器产品碳足迹量化的组织拥有财务或运营控制权的情况下，应收集初级数据。

注1：一般情况下，可收集初级数据的范围包括企业自身生产活动数据和部分原材料、零部件供应商的生产活动数据。

所收集的初级数据应具有代表性。对于最重要的单元过程，即使没有财务或运营控制权，也宜使用初级数据。

注2：最重要的单元过程是那些对产品碳足迹贡献度不低于 80% 的单元过程。

在收集现场数据不可行的情况下，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。

在选择碳足迹因子时，应优先使用从原辅材料和能源供应商处，或通过企业自身流程获得针对该产品系统的原始碳足迹因子。

7.1.3.2 次级数据选取原则

仅在收集初级数据不可行时，或对于重要性较低的过程，次级数据才能用于输入和输出。

若无法获得某些没有财务或运营控制权的初级数据（如部分原材料、零部件供应商的生产活动数据），可基于合理的方法获取次级数据，但必须在报告中对采用的方法和依据进行明确说明。

若无法获得某些阶段（如生命末期阶段）的初级数据，可基于合理的方法获取次级数据，如根据本标准的附录 E 进行合理估算，但必须在报告中对采用的方法和依据进行明确说明。

若无法获得特定产品或供应商提供的原始碳足迹因子，则应选择代表性和数据质量最高的次级碳足迹因子，具体选取原则如下。

注1：在某些情况下，作为次级数据的默认碳足迹因子不是基于生命周期的碳足迹因子，需要进行调整或修改。

电力的次级碳足迹因子的选取原则如下：

- a) 当产品消耗的电为内部发电（例如现场发电），且未向第三方出售，则应将该电力的生命周期数据计入该产品的产品碳足迹量化；
- b) 如果企业与发电站之间具有专用输电线路，且所消耗的电未向第三方出售，则优先使用该电力供应商提供的电力碳足迹因子；

- c) 针对电网电力碳足迹因子，当供应商能够通过合同工具的形式保证电力供应，则应优先使用供应商特定电力生产的生命周期数据形成的碳足迹因子，当无法获得供应商的具体电力信息时，应使用由国家或政府发布的电力碳足迹因子，该因子应覆盖“从摇篮到大门”的系统边界，包括燃料燃烧和使用一次能源载体的上游排放量，若电力碳足迹因子未覆盖生命周期，应结合所用一次能源载体的种类与比例，对其上游排放量进行补充说明；若国家或政府尚未发布电力碳足迹因子，可选取国内或国际权威数据库的中国电网电力因子。

原辅材料、供应商提供的零部件、燃料及其他的次级碳足迹因子选取原则如下：

- a) 若已知供应物料的生产地（如具体区域或国家）及其生产工艺，应优先选用与该生产地和相应生产工艺相匹配的碳足迹因子；
- b) 若已知供应物料的生产地但未知具体生产工艺，应优先选用该生产地的工艺组合（或技术混合）碳足迹因子；
- c) 若无法获得目标区域或国家的碳足迹因子，可选用温室气体排放水平相近区域同类物料碳足迹因子，同时应对其代表性进行评估；
- d) 若无法获得具体物料的碳足迹因子，可选择来源于具有相近物理性质、化学结构或工艺特征的代用材料的碳足迹因子，同时应对选取该代用的依据进行说明。

7.1.3.3 代用数据选取原则

当缺乏足够代表吻合器产品生命周期中特定工艺的数据时，可采用代用数据或估算数据填补数据缺口。

注1：代用数据是指来自类似工艺的数据，以作为特定工艺缺失数据的填补。

注2：当企业无法收集原始数据，且次级数据或代用数据也不适用于填补数据缺口时，企业应采用合理方法对缺失数据进行估算，评估其对产品碳足迹影响的重要性。如果根据估算数据确定其对产品系统整体影响不显著，可依据本文件 5.5 取舍准则予以舍弃。如果数据缺口影响较大，且无法通过其他数据弥补，则应提供估算数据的说明。

7.2 数据审定

7.2.1 审定原则

在吻合器数据收集过程中，应验证数据的有效性，宜通过采用质量平衡、能量平衡、与历史数据和相近产品数据对比或其他适当方法，确认数据的合理性。数据应满足 6.1 数据质量要求。

注1：质量平衡：核对单元过程中各类原辅料的总输入质量与产品、各类排放物、废弃物和剩余物的总输出质量是否相等，以验证数据的物料守恒性。

注2：能量平衡：核对单元过程输入的能源总量与用于生产、加工、照明、通风等过程总消耗能量是否相等。

注3：通过与历史数据或相近产品数据进行比对，判断单元过程中的数据是否存在异常差异。

7.2.2 数据确认

在数据确认过程中，发现明显异常或不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应符合本文件 6.1 数据质量要求。

7.3 数据关联

7.3.1 数据与单元过程的关联

对于每个单元过程都应确定一个合适的基准流，如生产 1 把吻合器产品，单元过程中定量的输入和输出数据应基于与该流的关系来进行计算。当吻合器生产过程中涉及多种产品产出时，应对单元过程数据进行合理分配，分配方法见 7.4。

7.3.2 数据与功能单位的关联

数据与功能单位的关联应将各工序或单元过程的输入输出数据按照功能单位进行归一化处理，即得到每 1 功能单位的原辅材料消耗、能源使用和环境排放量等数据。

7.4 分配

7.4.1 通则

在吻合器的生产过程中，如涉及多种产品（例如生产手动吻合器和电动吻合器），应当根据明确规定的分配程序将输入和输出分配到不同的产品中。一个单元过程分配的输入和输出总和应等于分配前的输入和输出。当同时有几种分配程序可供选择时，应通过敏感性分析阐明不同分配程序产生的不同影响。

7.4.2 分配方法

当吻合器生产过程中产生多种产品时，应依据以下原则选择分配方法。

- 当同一生产线产出多种吻合器产品时，对于原材料、辅料和零部件消耗产生的温室气体排放，应根据产品生产消耗工时的比例进行分配；
- 对于能源消耗产生的温室气体排放，在划分单元过程的时候应确保各单元过程输入能源和资源可以计量。如不可单独计量，应根据该单元过程生产设备运转工时占全厂生产设备总运转工时的比例进行分配；
- 对废水和废弃物处理过程（包括委外处理）的温室气体排放，应根据该单元过程生产产品的工时占全厂产品总工时的比例进行分配。

7.4.3 再利用和回收分配

在本文件所界定的系统边界范围内，产品生产过程中因废弃物利用或处置而带来的再生材料问题，应采用截断法进行分配。

截断法下分配方式如下：

- 将废弃物收集、运输、分类、拆解或粉碎等准备步骤和支持活动的影响归于产生次级产品的产品系统，材料再生利用过程的影响必须加入到使用该再生材料的产品系统中；
- 进入材料回收过程中的废弃物视为无环境负担，来自前后生命周期的材料，不考虑其环境负担或环境收益，即被截断。

使用再生材料的生产系统原材料的可依据以下公式（5）、公式（6）进行计算：

$$E = (1 - R) \times E_V + R \times E_R \quad (5)$$

$$E_R = E_{R1} + E_{R2} \quad (6)$$

E —— 使用再生材料的生产系统原材料的负担；

R —— 再生材料的使用占比；

E_V —— 原生材料生产产生的负担；

E_R —— 废弃物回收再生产产生的负担；

E_{R1} —— 废弃物回收产生的负担；

E_{R2} —— 材料再生产产生的负担。

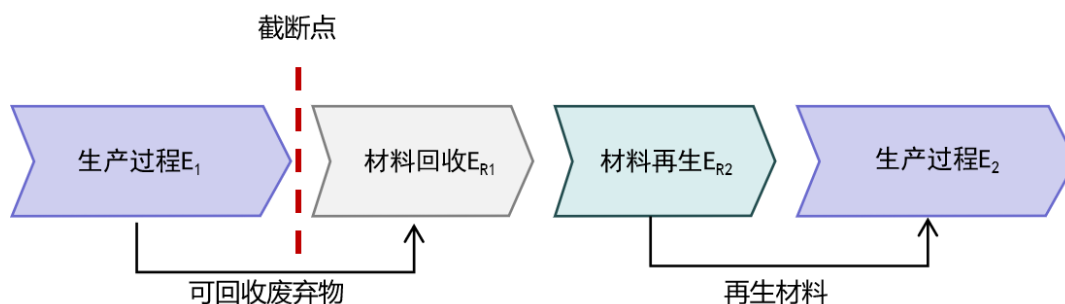


图 2 截断法系统边界示意图

7.4.4 废弃物处置分配

对于跨系统边界的废弃物处理，废弃物产生者应承担废弃物处置的环境影响，即废弃物的收集、运输、分类、拆解或粉碎等前处理环节，以及焚烧、物化等处置过程的环境影响需纳入产品碳足迹量化。废弃物处置过程中产生的回收能源应视为无环境负担，但回收能源后续使用过程中的环境影响应由能源使用方负担。

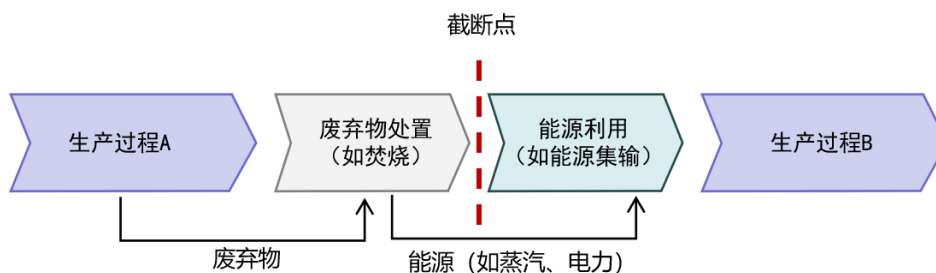


图 3 废弃物处置边界划分示意图

7.5 特定 GHG 排放量和清除量的处理

7.5.1 概述

为保证量化的一致性，以下条款中对不同方法可能导致不同结果所产生的特定 GHG 排放量和清除量提供了具体要求。产品中的生物碳、土地利用变化、土地利用、飞机运输 GHG 排放量以及要求和指南汇总的具体要求，应符合 GB/T 24067—2024 中 6.4.9 的规定。此外，也可以从国家标准和其他行业指导文件或足迹相关制度中获得额外要求和数据。

7.5.2 生物碳

生物 GHG 排放量和清除量应包括在产品碳足迹中，并分别单独记录。核算系统中应包括生物质衍生产品生命周期的所有相关单元过程，包括但不限于生物质的栽培、生产和收获。

注：生物碳指来自生物质的碳。生物质是指基于生物来源的材料，包括有生命和无生命的有机材料，如树木、农作物、草、枯枝落叶、藻类、动物、粪便和生物来源的废弃物。

7.5.3 化石碳

化石 GHG 排放量和清除量应包括在产品碳足迹中，并作为最终结果单独记录。

注 1：化石 GHG 清除量的示例：通过非生物过程捕集发电厂的化石排放量，然后进行地质封存进行储存。

注 2：碳捕集是指从工业和能源相关来源中分离出二氧化碳或从大气中进行技术性捕集的过程。本文件仅指在排放源处捕集二氧化碳，直接空气捕集技术不属于本文件范围。

8 影响评价

8.1 吻合器碳足迹量化总则

8.1.1 在吻合器产品碳足迹量化的生命周期影响评价阶段，应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势值（GWP），来计算产品系统每种 GHG 排放和清除的潜在气候变化影响，单位为 kgCO₂e/（kg 排放量）。

注1：产品碳足迹为所有 GHG 潜在气候变化影响的总和。

8.1.2 若 IPCC 修订了 GWP，应在量化产品碳足迹时使用最新数值，否则应在报告中说明。

8.1.3 除 GWP100 外，还可使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和全球温度变化潜势（GTP），但宜单独报告。

注2：GWP100 代表短期的气候变化影响，可反映变暖速度。

注3：GTP 用于衡量在选定时间点，全球平均地表温度在某温室气体脉冲排放下的变化，是相对于二氧化碳引起温度变化的系数。

8.2 吻合器碳足迹量化方法

吻合器碳足迹为系统边界内各单元过程温室气体排放量与清除量之和，以千克二氧化碳当量每功能单位计。其中碳排放为正值，碳清除为负值。

本文件界定的“从摇篮到坟墓”系统边界的吻合器碳足迹量化需包含原材料获取阶段、生产阶段、运输/交付阶段、使用阶段和生命末期阶段，计算公式见公式（7）。

$$CFP_{GHG} = E_A + E_B + E_C + E_D + E_F \quad (7)$$

式中：

CFP_{GHG} ——吻合器产品碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

E_A ——原材料获取阶段每功能单位吻合器的温室气体排放量与清除量，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

E_B ——生产阶段每功能单位吻合器的温室气体排放量与清除量，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

E_C ——运输/交付阶段每功能单位吻合器的温室气体排放量与清除量，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

E_D ——使用阶段每功能单位吻合器的温室气体排放量与清除量，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

E_F ——生命末期阶段每功能单位吻合器的温室气体排放量与清除量，以千克二氧化碳当量每功能单位产品（kgCO₂e/unit）计；

其中，各阶段具体的计算公式如公式（8）-（12）所示。

8.2.1 原材料获取阶段

吻合器原材料获取阶段碳足迹核算见公式（8）。

注：涉及再生材料使用时，根据选择的分配方法参考公式（5）进行核算。

$$E_A = \sum_i (AD_i \times EF_i) + \sum_j (AD_j \times EF_j) + \sum_k (AD_k \times S \times EF_k) \quad (8)$$

式中：

AD_i ——原材料获取阶段每功能单位对应的第*i*种原辅材料的活动数据，单位根据实际情况确认；

EF_i ——原材料获取阶段第*i*种原辅材料的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；

AD_j ——原材料获取阶段第*j*种燃料消耗量，单位根据实际情况确认；

EF_j ——原材料获取阶段第*j*种燃料生产的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；
 AD_k ——原材料获取阶段第*k*种原辅材料或燃料的运输量活动数据，单位根据实际情况确认；
 S ——原材料获取阶段第*k*种原辅材料或燃料的运输距离活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_k ——原材料获取阶段第*k*种原辅材料或燃料的运输碳足迹因子，单位与活动数据匹配。

8.2.2 生产阶段

吻合器生产阶段碳足迹核算见公式（9）。

$$E_B = \sum_i (AD_i \times EF_i) + \sum_j (AD_j \times EF_j) + \sum_k (AD_k \times EF_k) \quad (9)$$

式中：

AD_i ——生产阶段第*i*种能源（例如电力、热力）消耗的活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_i ——生产阶段第*i*种能源的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；
 AD_j ——生产阶段第*j*种资源（例如自来水）消耗的活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_j ——生产阶段第*j*种资源的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；
 AD_k ——生产阶段产生的废弃物第*k*类废弃处置方式的处置量，单位根据实际情况确认；
 EF_k ——生产阶段第*k*类处置方式碳足迹因子，单位与活动数据匹配。

8.2.3 运输/交付阶段

吻合器运输/交付阶段碳足迹核算见公式（10）。

$$E_C = \sum_i (AD_i \times S_i \times EF_i) \quad (10)$$

式中：

AD_i ——运输/交付阶段第*i*种运输方式的运输量活动数据，单位根据实际情况确认；
 S_i ——运输/交付阶段第*i*种运输方式的运输距离活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_i ——运输/交付阶段第*i*种运输方式的运输碳足迹因子，单位与活动数据匹配。

8.2.4 使用阶段

吻合器使用阶段碳足迹核算见公式（11）。

$$E_D = \sum_i (AD_i \times EF_i) + \sum_j (AD_j \times EF_j) \quad (11)$$

式中：

AD_i ——使用阶段第*i*种能源（例如电力）消耗的活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_i ——使用阶段第*i*种能源的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；
 AD_j ——使用阶段第*j*种废包装的活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_j ——使用阶段第*j*种废包装的碳足迹因子，单位与活动数据匹配；

8.2.5 生命末期阶段

吻合器生命末期阶段碳足迹核算见公式（12）。吻合器生命末期阶段处理情景假设可参考附录 E。

注：涉及到废弃物处置分配时可参考7.4.4中的原则进行。

$$E_F = \sum_i (AD_i \times EF_i) + \sum_j (AD_j \times S \times EF_j) \quad (12)$$

式中：

AD_i ——生命末期阶段第*i*种废弃物的活动数据，单位根据实际情况确认；

EF_i ——生命末期阶段第*i*种废弃物的处理处置过程碳足迹因子，单位与活动数据匹配；
 AD_j ——生命末期阶段第*i*种废弃物的运输量活动数据，单位根据实际情况确认；
 S ——生命末期阶段第*j*种废弃物的运输距离活动数据，单位根据实际情况确认；
 EF_j ——生命末期阶段第*j*种废弃物的运输碳足迹因子，单位与活动数据匹配。

9 结果解释

9.1 解释步骤

吻合器碳足迹的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

- a) 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的吻合器碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。

9.2 解释内容

9.2.1 应根据吻合器碳足迹研究的目的和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- a) 说明吻合器的产品碳足迹和原材料获取阶段、生产阶段、运输/交付阶段、使用阶段和生命末期阶段各阶段碳足迹；
- b) 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- c) 详细记录选定的分配程序；
- d) 说明吻合器产品碳足迹量化的局限性（宜参考但不限于 GB/T 24067—2024 附录 A）。

9.2.2 结果解释宜包括以下内容：

- a) 分析重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性，以了解结果的敏感性和不确定性；
- b) 评估替代使用情景对最终结果的影响评价；
- c) 评估不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；
- d) 评估建议对结果的影响。

注：更多信息参见 GB/T 24044—2008的4.5和附录B。

10 产品碳足迹报告

10.1 通则

吻合器产品碳足迹报告可采取以下形式：产品碳足迹评价报告、产品碳足迹标识（碳标签）和/或产品碳足迹声明。若采用产品碳标签或产品碳足迹声明，须同时出具产品碳足迹评价报告。

同一系列吻合器产品可包括在同一报告中，但是不同尺寸、参数的同一系列产品可分别出具碳足迹报告。

10.2 报告要求

应在吻合器产品碳足迹研究报告中完整地、准确地、无偏向地、透明地、详细地记录和说明结果、数据、方法、假设和结果解释，以便相关方能够理解产品碳足迹固有的复杂性和所作出的权衡。

根据吻合器产品碳足迹目的和范围，确定产品碳足迹报告的类型和格式。产品碳足迹研究报告应满足其结果和生命周期解释可被用于与研究目的相一致的其他情况。

10.3 报告内容

吻合器的产品碳足迹报告应包括但不限于如下信息：

- a) 基本信息，如委托方和编制方信息、依据和引用的相关标准等；
- b) 报告目的，如报告原因和报告预期用途等；
- c) 报告范围，如吻合器的参数和说明信息、功能单位和系统边界的确定等；
- d) 清单分析，如数据来源、数据质量评价等；
- e) 影响评价，如评价方法、因子的选取、清单结果计算等；
- f) 结果解释，如局限性说明、敏感性分析与不确定性分析等；
- g) 附件，如补充说明等。

注：吻合器产品碳足迹报告应记录产品碳足迹的量化结果，并陈述在评价目的和范围的确定阶段内所做的决定以及证明产品碳足迹评价符合本文件中的要求。

10.4 报告模板

吻合器碳足迹量化报告模板参见 GB/T 24067—2024 的附录 G。

附 录 B
(资料性)

各阶段数据收集要求

吻合器各阶段数据收集要求见表 B.1。

表 B.1 各阶段数据收集要求

所属阶段	数据种类	数据类型
原材料获取阶段	原材料（如不锈钢、塑料等）的消耗量	应使用初级数据
	零部件（如吻合器外壳、弹簧、电池等）的消耗量	应使用初级数据
	燃料（如汽油、柴油、天然气等）的消耗量	应使用初级数据
	原材料、辅助材料、燃料的开采、生产与运输过程	可使用次级数据
	原材料、辅助材料、燃料的运输距离、运输方式	应使用初级数据
	不同运输方式（如货车等）的运输过程	可使用次级数据
生产阶段	辅助材料（如水、消毒剂等）的消耗量	应使用初级数据
	电力、热力等能源的消耗量	应使用初级数据
	电力、热力等能源的开采、生产与运输过程	可使用次级数据
	生产过程中的温室气体直接排放量	应使用初级数据
	废气、工业废水、固体废物的产生量、处置方式	应使用初级数据
	废气、工业废水、固体废物的处理处置过程	可使用次级数据
运输/交付阶段	产品运输过程的运输量、运输距离、运输方式	应使用初级数据
	不同运输方式的运输过程	可使用次级数据
使用阶段	产品在使用过程中所消耗的能源量	应使用初级数据
	所消耗能源的开采、生产与运输过程	可使用次级数据
	产品废包装的产生量	应使用初级数据
	产品废包装的回收与处理处置过程	可使用次级数据
生命末期阶段	产品废弃、回收、处理处置等过程消耗的能源量	应使用初级数据
	产品回收过程所产生的回收资源量	应使用初级数据
	产品废弃、处理处置过程所产生的废弃物排放量	应使用初级数据
	电力、热力等能源的开采、生产与运输过程	可使用次级数据
	产品回收过程	可使用次级数据
	产品废弃、处理处置等过程（如医疗废物处置）	可使用次级数据

附录 C

(资料性)

吻合器碳足迹核算数据收集清单示例

吻合器碳足迹核算数据收集清单可参考表 C.1-表 C.6。

表 C.1 吻合器基本信息

产品信息	
产品名称	
产品图片	
产品型号	
产品单重	
产品配件	
核算周期	
生产信息	
生产地址	
产品在核算周期内的产量	
全厂生产总工时	
产品生产工时	
产品在核算周期内的分配比例	
生产废品率	
产品工艺信息	
产品工艺流程图	

表 C.2 吻合器原材料获取阶段信息

原材料及零部件										
序号	活动数据				运输数据					
	项目	数量	单位	备注	运输方式	运输工具	运输距离	单位	燃料类型	数据凭证类型
	器身部 件	左外壳								
		右外壳								
		...								
	扳机部 件	扳机弹 簧								
		扳机铁 钉								
		...								
	枪管部 件	枪管外 壳								
		枪管内 芯								
		...								
	钉匣部 件	钉匣弹 簧								
		钉匣按 钮								
		...								
	包装材 料	外包装								
		内包装								
		...								
辅助材料、能源及废弃物										
序号	活动数据				运输数据					
	项目	数量	单位	备注	运输方式	运输工具	运输距离	单位	燃料类型	数据凭证类型
	辅助材 料	水								
		...								
	能源	电力								
		蒸汽								
		...								
	废弃物- 可回收	废钢								
		...								
	废弃物- 不可回 收	废活性 炭								
		废水								
		...								

表 C.3 吻合器生产阶段信息

序号	活动数据					运输数据						
	生产工艺	项目		数量	单位	备注	运输方式	运输工具	运输距离	单位	燃料类型	数据凭证类型
	纯化水生产	原材料	自来水									
		能源	电力									
		产品	纯化水									
										
	组装	原材料	器身部件									
		原材料	扳机部件									
		产品	吻合器									
										
	委外灭菌	原材料	吻合器									
		辅助材料	消毒剂									
		产品	消毒后吻合器									
										
	外包装与检验	原材料	消毒后吻合器									
		原材料	塑料									
		产品	包装后吻合器									
										
	...											

表 C.4 吻合器运输/交付阶段信息

产品重量（含包装）	总销量	销售区域	该区域销售量占比	出发地	到达地	运输方式	运输距离	燃料类型	数据凭证类型

表 C.5 吻合器使用阶段信息

序号	项目		数量	单位	数据来源	备注
	吻合器	器身				
		钉仓				
		...				
	能源	电力				
		...				
	废弃物（可回收）	废包装纸				
		...				
	废弃物（不可回收）	废吻合器				
		...				

表 C.6 吻合器生命末期阶段信息

废弃物信息		处理信息						运输信息（废弃物产生地-处理地）			
废弃物名称	废弃物来源	处理方式	处理量	单位	处理能耗类型	处理能耗	单位	运输距离	单位	运输方式	燃料类型

附录 D

(资料性)

产品碳足迹的表征指标和特征化因子

吻合器碳足迹量化值用 GWP 来表征，部分温室气体的 GWP 特征化因子值见表 D.1。

表 D.1 部分温室气体的全球变暖潜势

温室气体名称	化学分子式	GWP100
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷-非化石	CH ₄ (non-fossil)	27.9
甲烷-化石	CH ₄ (fossil)	29.8
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	24300
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氟甲烷)	CF ₄	7380
全氟乙烷 (六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620
注：部分 GHG 的 GWP 来源于 IPCC 《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》 ⁷ 。		

附录 E
(资料性)
生命末期阶段情景假设内容

吻合器产品生命末期阶段的产品处理方式占比假设见表 E.1。

表 E.1 吻合器产品生命末期处理情景假设

项目	回收率	焚烧率	填埋率	来源
不锈钢部件	95%	-	5%	The Global Life Cycle of Stainless Steels, Team Stainless, 2019.
铝制部件	76%	-	24%	Aluminium Recycling Factsheet, IAI, 2020.
塑料部件	30%	55%	15%	中国再生资源回收行业发展报告(2024), 中国物资再生协会再生塑料分会, 2024; 2024 年中国城市建设状况公报, 住房和城乡建设部, 2025.
电池	10%	70%	20%	Gu et al. An investigation of the current status of recycling spent lithium-ion batteries from consumer electronics in China, Journal of Cleaner Production, 2017.
电子元件	22%	61%	17%	Global e-Waste Monitor 2024, UNITAR; 2024 年中国城市建设状况公报, 住房和城乡建设部, 2025.
纸张	51%	38%	11%	中国造纸工业 2024 年度报告, 中国造纸协会, 2025; 2024 年中国城市建设状况公报, 住房和城乡建设部, 2025.

参 考 文 献

- [1] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [2] GB/T 24040-2008 环境管理生命周期评价原则与框架
- [3] GB/T 24044-2008 环境管理生命周期评价要求与指南
- [4] GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- [5] ISO 14026 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations — Principles, requirements and guidelines for communications of footprint information)
- [6] Environmental Resources Management (ERM) 等. 制药产品及医疗器械温室气体核算行业指南 (Greenhouse Gas Accounting Sector Guidance for Pharmaceutical Products and Medical Devices), 2012.
- [7] IPCC 《气候变化报告2021: 自然科学基础第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》, Richard P. Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, 剑桥大学出版社
-