

天津市地方计量技术规范

JJF(津) XXXX—2026

产品碳足迹量化和报告 电磁流量计

Quantification and Reporting for Carbon Footprint of Products

-Electromagnetic Flowmeters

(报批稿)

2026—XX—XX 发布

2026—XX—XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

产品碳足迹量化和报告
电磁流量计

JJF(津) XXXX—2026

Quantification and Reporting for Carbon Footprint of

Products-Electromagnetic Flowmeters

归口单位：天津市碳达峰碳中和计量技术委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

参加起草单位：天津迅尔科技股份有限公司

本规范委托天津市碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李志明（天津市计量监督检测科学研究院）

李彩萍（天津市计量监督检测科学研究院）

刘 明（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

邹慧娜（天津市计量监督检测科学研究院）

马云峰（天津市计量监督检测科学研究院）

蒲 诚（天津迅尔科技股份有限公司）

目 录

引 言.....	(II) II
1 范围.....	(1) 1
2 引用文件.....	(1) 1
3 术语和计量单位.....	(2) 2
4 产品碳足迹量化要求.....	(3) 3
4.1 原则.....	(3) 3
4.2 流程.....	(4) 4
4.3 目的和范围的确定.....	(4) 4
4.4 产品功能单位.....	(4) 4
4.5 系统边界.....	(4) 4
4.6 量化数据收集.....	(5) 5
4.7 生命周期数据计量要求.....	(6) 6
4.8 数据审定.....	(8) 8
4.9 分配.....	(9) 9
4.10 取舍准则.....	(9) 9
5 产品碳足迹计算方法.....	(9) 9
6 产品碳足迹报告.....	(12) 12
6.1 报告的要素.....	(12) 12
6.2 鉴定性评审.....	(13) 13
6.3 产品碳足迹声明.....	(13) 13
附录 A 电磁流量计产品碳足迹量化数据清单.....	(14) 14
附录 B 温室气体全球变暖潜势 (GWP) 参考值.....	(17) 17
附录 C 产品碳足迹量化不确定度评定示例.....	(18) 18
附录 D 电磁流量计产品碳足迹报告 (模板).....	(19) 19

引言

JJF1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1004《流量计量名词术语及定义》共同构成支撑本规范制定的基础性系列规范。本规范参照相关行业规范和标准，结合天津市电磁流量计产品碳足迹量化报告的现状和技术水平编制。

本规范为首次发布。

产品碳足迹量化和报告 电磁流量计

1 范围

本规范适用于天津市行政区域内仪器仪表制造企业生产的电磁流量计产品碳足迹量化和报告。

2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF 2309 重点排放单位碳计量审查规范

JJF(鄂) 150 电力行业碳计量技术规范 不确定度评定

JJG 539 数字指示秤

JJG 596 安装式交流电能表检定规程

JJG 633 气体容积式流量计

JJG 640 差压式流量计

JJG 667 液体容积式流量计检定规程

JJG 1029 涡街流量计

JJG 1030 超声流量计

JJG 1037 涡轮流量计

JJG 1038 科里奥利质量流量计

JJG 1118 电子汽车衡(衡器载荷测量仪法)

JJG 1121 旋进旋涡流量计

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 28013 非连续累计自动衡器

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 7721 连续累计自动衡器(皮带秤)

GB/T 7724 电子称重仪表

ISO 14026 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南

ISO 14071 环境管理 生命周期评价 关键审查程序和审查员能力

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和计量单位

JJF 1004、JJF 2309、GB/T 24067、GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 电磁流量计 electromagnetic flowmeter

利用导电流体在磁场中流动所产生的感应电动势来推算并显示流量的流量计。电磁流量计包括一个一次装置和一个或多个二次装置。

3.2 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分。

注：本规范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）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）与三氟化氮（NF₃）。

3.3 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度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

3.4 温室气体清除量 greenhouse gas removal:GHG removal

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）。

3.5 产品碳足迹 carbon footprint of product

产品在其生命周期内以二氧化碳当量表示的所有温室气体排放量与温室气体清除量之和。

注：

- 1 可将产品碳足迹分解为具体的温室气体排放量和清除量，此外也可以分解成生命周期各个阶段的数据。
- 2 产品碳足迹量化结果以二氧化碳当量形式表示每个功能单元的数据，记录在产品碳足迹研究报告中。

3.6 二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势量。

3.7 功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

3.8 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。

3.9 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。
- 2 初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

3.10 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、国家排放因子、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。
- 2 次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

4 产品碳足迹量化要求

4.1 原则

4.1.1 相关性

数据和方法的选取适用于电磁流量计产品生命周期产生的 GHG 排放量和清除量的评价。

4.1.2 完整性

在产品碳足迹量化中，将所有对产品系统有显著贡献的 GHG 排放量和清除量都包括在内，显著程度取决于取舍准则。

4.1.3 一致性

在产品碳足迹研究的全过程，使用相同的假设、方法和数据，以得到与目的和范围一致的结论。

4.1.4 统一性

采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南，以提高任何特定产品种类中产品碳足迹之间的可比性。

4.1.5 准确性

电磁流量计产品碳足迹和产品部分碳足迹的量化是准确的、可核查的、相关的、无误导性的，并尽可能地减少偏差和不确定性。

4.1.6 透明性

以公开、全面和可理解的信息表述方式处理和记录所有相关问题。披露所有相关假设，并适当引用所使用的方法和数据来源。明确地解释所有估计值并避免误差，以使产品碳足迹研究报告如实地阐明其意图说明的内容。

4.2 流程

产品碳足迹量化基本程序包括：目的和范围的确定、产品功能单位、产品系统边界、量化数据收集、生命周期数据计量、产品碳足迹量化。

4.3 目的和范围的确定

4.3.1 目的

开展产品碳足迹量化的总体目的是通过量化产品生命周期或选定过程中的所有温室气体排放量和消除量，计算电磁流量计产品对全球变暖的潜在影响。

4.3.2 范围

电磁流量计产品的确定需满足以下要求：

a) 对于同一企业不同规格的产品，或同一规格但不同产地生产的产品，应分别进行碳足迹量化；

b) 对于同一企业同一产地生产的同一规格产品，如采用的工艺技术、生产设备、能源种类或原辅材料供应商有差异时，在进行数据调查时，原则上应按产品比例进行加权平均。

4.4 产品功能单位

功能单位宜选取单位包装产品（1台），并以公称尺寸标识（如DN50）注明型号规格。

4.5 系统边界

电磁流量计产品碳足迹量化时运用生命周期评价方法，产品系统内的单元过程分为原材料获取、生产制造、运输分销、使用、生命末期五个阶段，在按照相同时间范围、采用相同方法进行量化且不存在缺项或交叉的前提下，电磁流量计产品碳足迹由各阶段碳足迹相加得到。电磁流量计产品的生命周期系统边界图见图1。

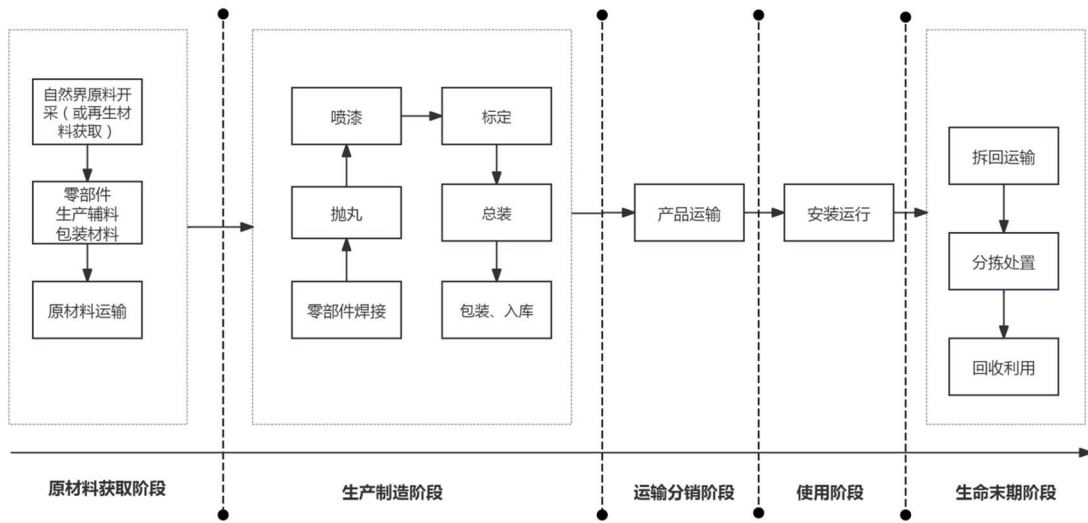


图1 电磁流量计产品的生命周期系统边界图

4.6 量化数据收集

4.6.1 数据收集范围

电磁流量计产品碳足迹量化过程活动数据涉及的相关参数见表1，活动数据包括初级数据和次级数据。初级数据包括电磁流量计产品生命周期各阶段的原辅料消耗、能源消耗、污染物排放、废物循环利用以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等活动数据，对数据的获得方式和来源均应予以说明。次级数据应包括公开发布的电磁流量计产品生命周期各阶段原辅料消耗、能源消耗、污染物排放、废物循环利用以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等平均数据，行业经验数据与目标企业在地区、技术、流程、时间或产品等方面相似的其他企业的其他数据，来自企业的经验数据（被访问的对象应是具有丰富经验的人员），文献数据；使用次级数据时，应进行书面记录，并解释数据来源和使用理由。

表1 活动数据涉及的相关参数

量化阶段	计量过程		活动数据参数
	过程名称	过程描述	
原材料获取阶段	物料获取	从自然界开采原料（或获取再生材料）并经加工，得到电磁流量计物料的过程。	原材料消耗量
	原材料运输	电磁流量计物料通过运输工具（汽车、火车、轮船等）运输至生产企业的过程。	（1）运输工具能源消耗量，包括化石燃料、电能消耗量 （2）运输里程、运输方式、运输重量
生产制造阶段	生产工序	电磁流量计物料经焊接、抛丸、喷漆、总装、质检、包装、成品入库等一系列生产	能源消耗量，包括化石燃料、电能消耗量

量化阶段	计量过程		活动数据参数
	过程名称	过程描述	
		工序，最终形成电磁流量计产品的过程。	
运输分销阶段	产品出厂运输	电磁流量计产品通过运输工具（汽车、火车、轮船等）从生产企业出厂运输至客户指定地点的过程。	（1）运输工具能源消耗量，包括化石燃料、电能消耗量； （2）运输里程、运输方式、运输重量
使用阶段	运行	自电磁流量计完成安装并投入运行至拆回报废前的过程。	电能消耗量
生命末期阶段	拆回运输	电磁流量计报废拆回运输至指定处理地点的过程。	（1）运输工具能源消耗量，包括化石燃料、电能消耗量； （2）运输里程、运输方式、运输重量
	分拣处置	对拆回电磁流量计进行分拣、回收及废弃处置完毕的过程。	（1）能源消耗量，包括化石燃料、电能消耗量； （2）废弃处置量

4.6.2 数据收集步骤

电磁流量计产品生命周期清单分析数据收集程序主要步骤应包括下列内容。

a) 根据目的与范围确定单元过程，进行数据收集的准备，包括：

- 1) 根据生命周期系统边界图明确单元过程的输入输出流程；
- 2) 设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表和背景数据收集表；
- 3) 对数据收集技术和要求作出表述；
- 4) 对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明。

b) 数据收集准备的要求：

- 1) 技术人员完成数据收集工作；
- 2) 电磁流量计产品碳足迹量化数据清单格式见附录 A。

4.7 生命周期数据计量要求

4.7.1 初级数据计量技术要求

初级数据分为现场数据和非现场数据，报告主体应依据数据质量等级优先采用现场数据。初级数据类型及质量等级见表2。

表 2 初级数据类型及数据质量等级

数据类型	描述	质量等级
现场数据	来自产品系统内，通过直接测量获得的实测数据。	高

数据类型	描述	质量等级
	来自产品系统内，基于直接测量的计算获得的测算数据，计算方法应为基于自然基础科学（物理学、化学、生物学、电力系统基本公式和国家标准、行业标准或国际公约中给出的计算公式）获得。	
非现场数据	来自其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统，并通过直接测量或基于直接测量的计算获得的数据。	较高

原材料消耗量、废弃物处置量宜采用具有有效检定或校准证书的汽车衡或电子称重仪表测量结果。计量器具的配备应符合GB/T 7721、GB/T 7724、GB/T 28013或相关国家计量技术规范的规定。原材料消耗量应按照产品型号单独计量每一批次消耗量，同一原材料涉及不同型号产品时应按照各型号产量及物料清单（Bill of Materials，简称BOM）进行分摊。

化石燃料消耗主要包括燃油、燃气等消耗，宜采用具有有效检定或校准证书的计量器具连续测量结果，不具备连续测量条件的，通过盘存测量得到购销存台账中的消耗量数据，该数据测量仪器宜具有有效检定或校准证书。计量器具的配备应符合GB 17167及相关国家计量技术规范的规定。

电能消耗量宜采用具有有效检定或校准证书的电能表连续测量结果。计量器具的配备应符合GB 17167及相关国家计量技术规范的规定。

使用测量仪器/系统并按照对应计量技术规范进行检定或校准。测量仪器/系统应具备有效期内的检定/校准证书，检定或校准结果应满足对应技术指标的要求，以确保测量仪器/系统的量值准确可靠，具体见表3。

表 3 初级活动数据测量仪器/系统要求

测量仪器/系统		技术要求	适用检定规程/校准规范
电子吊秤		非自动衡器 准确度等级：III 级	JIG 539 数字指示秤
汽车衡			
天车秤			
电子汽车衡			
流量计	液体流量计	成品油（最大允许误差）： $\pm 0.5\%$	JIG 1038 科里奥利质量流量计 JIG 667 液体容积式流量计检定规程 JIG 1037 涡轮流量计 JIG 1030 超声流量计 JIG 1029 涡街流量计
	气体流量计	天然气（质量流量/体积流量） （最大允许误差）： $\pm 1.5\%$	JIG 1030 超声流量计 JIG 1037 涡轮流量计 JIG 1029 涡街流量计 JIG 1121 旋进旋涡流量计 JIG 1038 科里奥利质量流量计 JIG 633 气体容积式流量计 JIG 640 差压式流量计
电能计	有功交流电	准确度等级：	JIG 596 安装式交流电能表检定规程

测量仪器/系统		技术要求	适用检定规程/校准规范
量装置	能计量	I类电能计量装置：D级； II类电能计量装置：C级； III类电能计量装置：C级； IV类电能计量装置：B级； V类电能计量装置：A级	
注： 1 电量计量装置分为五类，分类原则如下所示。 a) I类电能计量装置。220 kV及以上贸易结算用电能计量装置，500 kV及以上考核用电能计量装置，计量单机容量300 MW及以上发电机发电量的电能计量装置。 b) II类电能计量装置。110(66) kV~220 kV贸易结算用电能计量装置，220 kV~500 kV考核用电能计量装置。计量单机容量100 MW~300 MW发电机发电量的电能计量装置。 c) III类电能计量装置。10 kV~110(66) kV贸易结算用电能计量装置，10 kV~220 kV考核用电能计量装置，计量100 MW以下发电机发电量、发电企业厂（站）用电量的电能计量装置。 d) IV类电能计量装置。380 V~10 kV电能计量装置。 e) V类电能计量装置。220 V单相电能计量装置。 2 当测量仪器/系统是由传感器、二次仪表组成的测量装置或系统时，表中给出的准确度等级应是装置或系统的准确度等级，装置或系统未明确给出其准确度等级时，可用传感器与二次仪表的准确度等级按误差合成方法合成。			

4.7.2 次级数据计量技术要求

电磁流量计产品碳足迹量化过程中使用的次级数据应包括使用经溯源性核验的实测碳足迹因子、统计数据、行政主管部门和权威机构发布的官方数据、数据库、文献数据、估算数据等数据，并注明数据来源。数据类型及质量等级见表4。

表 4 次级数据类型及数据质量等级

数据类型	描述	质量等级
次级数据	经仪器测量或采用质量平衡法计算获得的排放因子。	高
	国家温室气体排放因子数据库。	较高
	仪器仪表行业发布的碳足迹因子。	
	国家标准、行业标准等技术文件中推荐的碳足迹因子。	
	企业以文件或电子媒介形式保留的各类生产统计数据。	中
	与排放相关的企业财务票据和（或）供应商提供的结算凭证数据等。	
	国内机构发布碳足迹因子库数据（数据满足GB/T 24067规定的数据库质量特征要求，包括精度和完整性）。	
	商业数据库和免费数据库，数据满足GB/T 24067数据库质量要求的数据代表性，经权威机构验证且具有可信度。	较低
	公开文献、行业发布年鉴、标准（国家标准、行业标准、地方标准等）推荐值、经主管部门发布的行业数据或其他具有代表性的数据等。	
	国际机构发布碳足迹因子库数据（数据满足GB/T 24067规定的数据库质量特征要求，包括精确性和完整性）。	
基于科学方法、模型或合理假设间接得出的估算数据。	低	
国际机构发布碳足迹因子库数据（数据满足GB/T 24067规定的数据库质量特征要求，包括精确性和完整性）。		

4.8 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，确认并提供证据证明其符合 4.7 规定的要求。数据审定宜通过建立质量平衡、能量平衡或碳足迹因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单元过程都遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

4.9 分配

在边界设置或数据收集时，避免进行数据分配。若发现一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要对该过程分配。分配的原则如下：

- a) 优先使用物理关系参数（包括但不限于生产量、生产工时等）进行分配；
- b) 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；
- c) 若使用其他分配方法，需提供所使用参数的基础及计算说明。

4.10 取舍准则

产品碳足迹研究应包括产品生命周期或选定过程中所有单元过程和流。当个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无显著贡献时，可舍弃产品碳足迹影响小于1%的环节，应将其作为数据排除项排除并进行报告。舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的5%。

5 产品碳足迹计算方法

电磁流量计产品生命周期每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响应通过排放或清除的温室气体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（GWP100）来计算，单位为 kgCO₂e/台。

注：

- 1 产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。
- 2 GWP 参考值见附录 B。若 IPCC 修订了 GWP，应使用最新数值，否则应在报告中说明。
- 3 除 GWP100 外，还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和全球温度变化潜势（GTP），但应单独报告。

电磁流量计产品碳足迹的量化可包括原材料获取、生产制造、运输分销、使用、生命末期五个阶段的全生命周期评价。电磁流量计产品碳足迹总量计算公式如下：

$$E_{\text{总}} = E_{\text{原料}} + E_{\text{生产}} + E_{\text{分销}} + E_{\text{使用}} + E_{\text{末期}} \quad (1)$$

式中：

$E_{\text{总}}$ ——电磁流量计产品碳足迹总量，kgCO₂e；

$E_{\text{原料}}$ ——原材料获取阶段的碳足迹，kgCO₂e；

$E_{\text{生产}}$ ——电磁流量计生产制造阶段的碳足迹，kgCO₂e；

$E_{\text{分销}}$ ——电磁流量计运输分销阶段的碳足迹, kgCO_2e ;

$E_{\text{使用}}$ ——电磁流量计使用阶段的碳足迹, kgCO_2e ;

$E_{\text{末期}}$ ——电磁流量计生命末期阶段的碳足迹, kgCO_2e 。

电磁流量计产品碳足迹总量标准不确定度计算公式为:

$$u(E_{\text{总}}) = \sqrt{u^2(E_{\text{原料}}) + u^2(E_{\text{生产}}) + u^2(E_{\text{分销}}) + u^2(E_{\text{使用}}) + u^2(E_{\text{末期}})} \quad (2)$$

(1) 原料获取阶段产品碳足迹计算

电磁流量计产品原材料获取阶段碳足迹 $E_{\text{原料}}$ 计算公式如下:

$$E_{\text{原料}} = \sum_i M_i \times EF_i + \sum_{i,j} E_{\text{运输},i,j} \quad (3)$$

式中:

M_i ——第*i*种原材料消耗量;

EF_i ——第*i*种原材料对应的碳足迹因子, $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位原材料消耗量}$;

$E_{\text{运输},i,j}$ ——电磁流量计产品运输过程的碳足迹, 此处指原材料获取阶段第*i*种购入

原材料在第*j*种运输方式下的碳足迹, kgCO_2e 。

原材料获取阶段碳足迹标准不确定度计算公式如下:

$$u(E_{\text{原料}}) = \sqrt{\sum_i u^2(M_i) \times EF_i^2 + \sum_{i,j} u^2(E_{\text{运输},i,j})} \quad (4)$$

利用运输过程能源消耗量计算时, 第*i*种原材料在第*j*种运输方式下的碳足迹 $E_{i,j}$ 计算公式如下:

$$E_{\text{运输},i,j} = \sum_{i,j} M_{i,j} \times EF_i \quad (5)$$

式中:

$M_{i,j}$ ——第*i*种能源在第*j*种运输方式下的消耗量;

EF_i ——第*i*种能源的碳足迹因子, $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位能源消耗量}$ 。

利用运输过程能源消耗量计算时, 原材料运输过程的碳足迹标准不确定度计算公式如下:

$$u(E_{\text{运输},i,j}) = \sqrt{\sum_{i,j} u^2(M_{i,j}) \times EF_i^2} \quad (6)$$

利用运输里程计算时, 第*i*种原材料在第*j*种运输方式下的碳足迹 $E_{i,j}$ 计算公式如下:

$$E_{\text{运输},i,j} = \sum_{i,j} M_{i,j} \times D_{i,j} \times T_j \quad (7)$$

式中:

$M_{i,j}$ ——第*i*种原材料在第*j*种运输方式下的运输量, kg ;

$D_{i,j}$ ——第*i*种原材料在第*j*种运输方式下的运输距离, km ;

T_j ——第*j*种运输方式下, 单位重量、单位运输距离的碳足迹因子, $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{kg} \cdot \text{km})$ 。

利用运输里程计算时，原材料运输过程的碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{运输},i,j}) = \sqrt{\sum_{i,j} [D_{i,j}^2 \times T_{i,j}^2 \times u^2(M_{i,j}) + M_{i,j}^2 \times T_{i,j}^2 \times u^2(D_{i,j})]} \quad (8)$$

(2) 生产制造阶段产品碳足迹计算

电磁流量计产品生产制造阶段碳足迹 $E_{\text{生产}}$ 计算公式如下：

$$E_{\text{生产}} = \sum_i M_i \times EF_i \quad (9)$$

式中：

M_i ——第 i 种能源的消耗量；

EF_i ——第 i 种能源的碳足迹因子， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位能源消耗量}$ 。

生产制造阶段能源使用碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{生产}}) = \sqrt{\sum_i u^2(M_i) \times EF_i^2} \quad (10)$$

(3) 分销阶段产品碳足迹计算

利用运输过程能源消耗量计算时，电磁流量计产品运输分销阶段碳足迹 $E_{\text{分销}}$ 计算公式如下：

$$E_{\text{分销}} = \sum_j E_{\text{运输},j} = \sum_{i,j} M_{i,j} \times EF_i \quad (11)$$

式中：

$E_{\text{分销}}$ ——运输分销阶段碳足迹总量， kgCO_2e ；

$E_{\text{运输},j}$ ——电磁流量计产品各阶段运输过程的碳足迹，此处指运输分销阶段电磁流量计产品在第 j 种运输方式下的碳足迹， kgCO_2e ；

$M_{i,j}$ ——第 i 种能源在第 j 种运输方式下的消耗量；

EF_i ——第 i 种能源的碳足迹因子， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位能源消耗量}$ 。

利用运输过程能源消耗量计算时，产品运输分销阶段碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{分销}}) = u(E_{\text{运输},j}) = \sqrt{\sum_{i,j} u^2(M_{i,j}) \times EF_i^2} \quad (12)$$

利用运输里程计算时，电磁流量计产品运输分销阶段碳足迹 $E_{\text{分销}}$ 计算公式如下：

$$E_{\text{分销}} = \sum_j E_{\text{运输},j} = \sum_j M_j \times D_j \times T_j \quad (13)$$

式中：

$E_{\text{分销}}$ ——运输分销阶段碳足迹总量， kgCO_2e ；

M_j ——电磁流量计产品在第 j 种运输方式下的运输量， kg ；

D_j ——电磁流量计产品在第 j 种运输方式下从生产企业出厂到分销商或终端用户的运输距离， km ；

T_j ——第 j 种运输方式下，单位重量、单位运输距离的碳足迹因子， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{kg} \cdot \text{km})$ 。

利用运输里程计算时，产品运输分销阶段碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{分销}}) = u(E_{\text{运输},j}) = \sqrt{\sum_j [D_j^2 \times T_j^2 \times u^2(M_j) + M_j^2 \times T_j^2 \times u^2(D_j)]} \quad (14)$$

(4) 使用阶段产品碳足迹计算

电磁流量计产品使用阶段碳足迹 $E_{\text{使用}}$ 计算公式如下：

$$E_{\text{使用}} = M_{\text{使用}} \times EF_{\text{电力}} \quad (15)$$

式中：

$M_{\text{使用}}$ ——电磁流量计运行寿命过程中的电能消耗量，kWh；

$EF_{\text{电力}}$ ——电力碳足迹因子，kgCO_{2e}/kWh。

产品使用阶段碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{使用}}) = \sqrt{u^2(M_{\text{使用}}) \times EF_{\text{电力}}^2} \quad (16)$$

(5) 生命末期阶段产品碳足迹计算

电磁流量计产品生命末期阶段碳足迹 $E_{\text{末期}}$ 计算公式如下：

$$E_{\text{末期}} = \sum_i M_i \times EF_i + \sum_{i,j} E_{\text{运输},i,j} \quad (17)$$

式中：

M_i ——第*i*种产品废料或能源的消耗量；

EF_i ——第*i*种产品废料或能源的碳足迹因子，kgCO_{2e}/单位产品废料产生量或单位能源消耗量；

$E_{\text{运输},i,j}$ ——电磁流量计产品各阶段运输过程的碳足迹，此处指生命末期阶段第*i*种产品废料回收、处置过程在第*j*种运输方式下的碳足迹，kgCO_{2e}，计算方式见公式（5）或公式（7）。

产品生命末期碳足迹标准不确定度计算公式如下：

$$u(E_{\text{末期}}) = \sqrt{\sum_i u^2(M_i) \times EF_i^2 + \sum_{i,j} u^2(E_{\text{运输},i,j})} \quad (18)$$

生命末期运输过程碳足迹标准不确定度计算参照公式（6）或公式（8）。

6 产品碳足迹报告

6.1 报告的要素

报告应包括以下内容。

a) 基本情况：

- 1) 委托方和评价方信息；
- 2) 报告信息；

- 3) 量化依据;
- 4) 使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料(如有)。
- b) 目的:
 - 1) 开展量化和报告的目的;
 - 2) 预期用途。
- c) 范围:
 - 1) 产品说明,包括功能和技术参数;
 - 2) 功能单位或声明单位;
 - 3) 系统边界;
 - 4) 取舍准则;
 - 5) 生命周期各阶段的描述;
- d) 清单分析:
 - 1) 数据收集信息,包括数据来源;
 - 2) 重要的单元过程清单;
 - 3) 纳入考虑范围的GHG清单;
 - 4) GHG排放和清除时间;
 - 5) 分配原则与程序;
 - 6) 数据说明,包括有关数据的生命周期计量要求和数据质量评价。
- e) 影响评价:
 - 1) 影响评价方法;
 - 2) 特征化因子;
 - 3) 清单结果与计算;
 - 4) 结果的图示(可选)。
- f) 结果解释:
 - 1) 结论和局限性;
 - 2) 不确定度评价结果;
- g) 产品碳足迹比较(如适用)。

6.2 鉴定性评审

如果开展产品碳足迹研究的鉴定性评审,应按照ISO 14071规定进行,有利于理解产品碳足迹报告,并提高结果的可信度。

6.3 产品碳足迹声明

如需声明时,按照GB/T 24025或ISO 14026的规定进行,相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附录 A

电磁流量计产品碳足迹量化数据清单

原辅料与能源生产阶段数据清单见表A.1，原辅料运输阶段数据清单见表A.2，产品生产阶段数据清单见表A.3，产品分销阶段数据清单见表A.4，产品使用阶段数据清单见表A.5，产品生命末期阶段数据清单见表A.6。

表 A.1 原辅料与能源生产阶段数据清单

1.物料（原料和辅料）消耗			
物料名称	消耗量（基于功能单位）	单位	物料产地
.....			
2.能源消耗（所有消耗物料过程对应能源消耗总计）			
能源消耗	消耗量	单位	物料产地
电力			
天然气			
.....			
3.污染物和温室气体排放（所有物料开采过程排放总计）			
排放类型	污染物名称	排放量	单位
气体			
液体			
固体			

表 A.2 原辅料运输阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

原辅料名称	运输方式（火车/航空/海运/卡车）	运输距离/km	运输量/t
.....			

表 A.3 产品生产阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.产品产出			
产品名称	数量	单位	
电磁流量计		台	
.....			
2.物料消耗（原料、辅料）			
物料消耗	消耗量 (基于功能单位)	单位	物料产地
.....			
3.能源消耗（电力、天然气等）			
能源种类	消耗量 (基于功能单位)	单位	物料产地
电力		kWh	
天然气		m ³	
柴油		t	
.....			
4.污染物排放（废气、废物等）			
污染物排放类别	污染物名称	排放量 (基于功能单位)	单位
气体		kg
液体		kg
固体		kg

表 A.4 产品分销阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

分销批次	运输方式（火车/航空/ 海运/卡车）	运输距离/km	运输量/台
1			
.....			

表 A.5 产品使用阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

数据类型	单位	数量	备注
运行电力消耗	kWh		
.....			

表 A.6 产品生命末期阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.拆回运输过程			
拆回运输批次	运输方式（火车/航空/海运/卡车）	运输距离/km	运输量/台
1			
.....			
2.分拣处置过程			
能源消耗	消耗量 （基于功能单位）	单位	物料产地
电力		kWh	
天然气		m ³	
柴油		t	
.....			
3.回收利用过程			
物料消耗	消耗量 （基于功能单位）	单位	物料产地
.....			
能源消耗	消耗量 （基于功能单位）	单位	物料产地
电力		kWh	
天然气		m ³	
柴油		t	
.....			
4.污染物排放（废气、废物等）			
污染物排放类别	污染物名称	排放量（基于功能单位）	单位
气体		kg
液体		kg
固体		kg

附录 B

温室气体全球变暖潜势（GWP）参考值

部分温室气体（GHG）增温潜势（GWP）参考值见表 B.1。

表 B.1 部分 GHG 的 GWP 参考值

温室气体名称	化学分子式	100 年的 GWP（截至发布时）
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	25200
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CHF	135
HFC-125	C ₂ HF 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	CH ₃ CHF ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₂ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物（PFCs）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF ₄	7390
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》。

附录 C

产品碳足迹量化不确定度评定示例

以某企业生产的DN50规格电磁流量计碳足迹量化结果不确定度评价为例，本示例选取电磁流量计生命周期中生产阶段购入电力碳足迹量化为研究对象，该企业采用电能表对购入电力进行计量，每台电磁流量计生产阶段消耗净购入电量为14.3305 kWh，碳足迹因子取缺省值0.6205 kgCO₂/kWh，则可计算得每台电磁流量计生产阶段净购入电力碳足迹为8.8921 kgCO₂。电能表的最大允许误差为±0.5%，采用B类不确定度评定方法，则其引入的相对标准不确定度为0.289%，电力碳足迹因子参考JJF(鄂)150—2025《电力行业碳计量技术规范 不确定度评定》可查得为 $U_{rel}=6.86\%$ ($k=2$)，则相对标准不确定度为3.43%。可得净购入电力活动数据的不确定度为：

$$u_{\text{电力}}(E) = E_{\text{电力}} \times \sqrt{u_{\text{rel,电力}}^2(AD) + u_{\text{rel,电力}}^2(EF)} = 8.89 \text{ kgCO}_2 \times 3.44\% = 0.31 \text{ kgCO}_2$$

式中， $E_{\text{电力}}$ 为每台电磁流量计生产阶段净购入电力碳足迹，kgCO₂； AD 为每台电磁流量计生产阶段消耗净购入电量； EF 为净购入电力碳足迹因子。

附录 D

电磁流量计产品碳足迹报告（模板）

产品碳足迹报告（模板）

产品名称： 电磁流量计

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(代表人):

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.功能单位或声明单位

以台为功能单位或声明单位。

2.系统边界

原材料获取阶段 生产阶段 运输阶段(交付)阶段 使用阶段 生命末期阶段

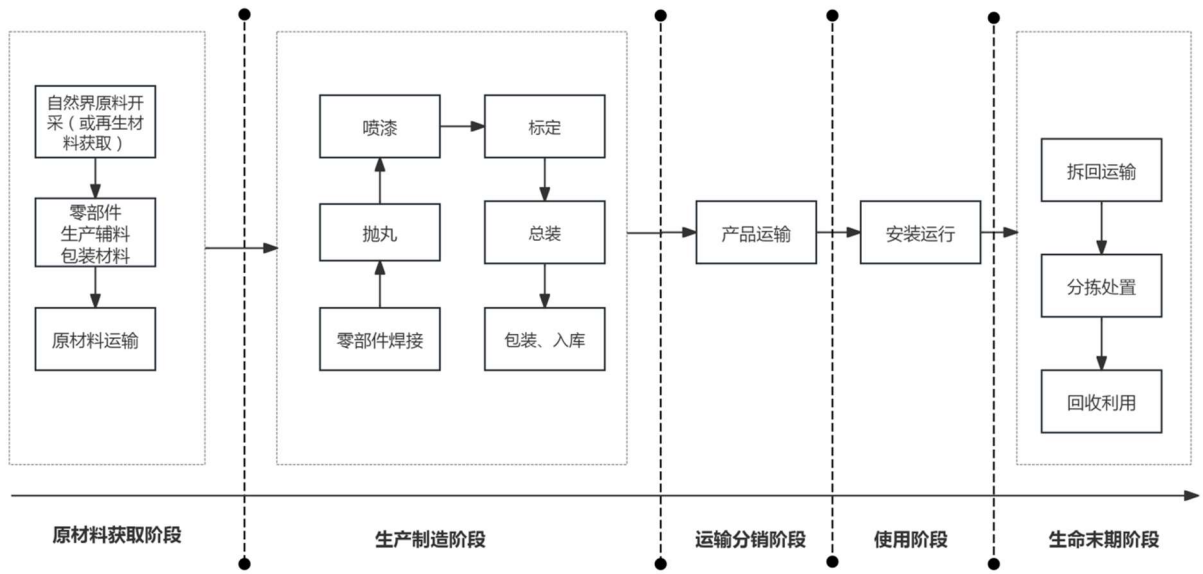


图 D.1 ××产品碳足迹量化系统边界图

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.分配原则与程序

分配依据：

分配程序：

具体分配情况如下：

3.清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 D.1。

表 D.1 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		活动数据	排放因子	温室气体量 kg/功能范围
原材料获取				
生产				
运输/交付	运输			
	仓储			
使用				
生命末期				

4.数据质量评价（可选项）

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.影响类型和特征因子选择

一般选择 IPCC 给出的 100 年 GWP。

2.产品碳足迹结果计算

（1）产品碳足迹计算过程

（2）产品碳足迹计算不确定度分析

六、结果解释

1.结果说明

（1）计算结果

_____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_{2e}。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 D.2 所示。

表 D.2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/ (kgCO ₂ e/台)	百分比/%
原材料获取		
生产		
运输(交付)		
使用		
生命末期		
总计		

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱状图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

(2) 不确定度分析

2.假设和局限性说明(可选项)

结合情况，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

