ICS 13.020.30
CCS Z04

团　　体　　标　　准

T/CCSA 741—2025

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求 电力行业智能融合终端

Greenhouse gases - Quantitative methods and requirements for carbon footprint of products - Smart combine terminal unit in power industry

（此文本仅供个人学习、研究之用，未经授权，禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究）

2025-12-01 发布　　2026-03-01 实施

中国通信标准化协会　　发 布

目　　次

前言 …… II
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语、定义和缩略语 …… 1
4　量化目的 …… 5
5　量化范围 …… 6
5.1　声明单位 …… 6
5.2　系统边界 …… 6
6　清单分析 …… 8
6.1　数据收集和确认 …… 8
6.2　数据分配 …… 11
6.3　取舍准则 …… 12
6.4　清单计算 …… 12
7　影响评价 …… 12
7.1　总体要求 …… 12
7.2　产品碳足迹计算 …… 12
8　结果解释 …… 13
9　产品碳足迹报告 …… 14
10　产品碳足迹声明 …… 15
附录 A（资料性）　产品碳足迹量化数据收集表 …… 16
附录 B（资料性）　产品碳足迹报告模板 …… 18
附录 C （资料性）　全球变暖潜势值 …… 22
附录 D （资料性）　常用参数参考值 …… 23
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这些专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：国网天津市电力公司双碳运营管理分公司、中国信息通信研究院、国网天津市电力公司、国网冀北电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网山西省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司、浙江正泰仪器仪表有限责任公司、北京智芯微电子科技有限公司、平高综合能源服务公司、中国移动通信集团公司、中国移动通信集团设计院有限公司、中国电信集团有限公司。

本文件主要起草人：翟伟华、曹久萌、祁航、杨晨、殷博、刘宇行、李桂鑫、单大鹏、陈学民、杨吉双、卢春阳、郝昫、宋泽民、方鑫、史青林、王晨、王哲、王洋、姚程、陈沼宇、尚博祥、王海波、李若寒、王康丽、黄天诚、闫伟喆、李超、苏阳、吴佳、刘家祺、王华丽、蒋京鑫、刘汇川、仓敏、陶纲领、马志强、霍超、丁啸、才智龙、王毅、赵晨、来师宇、李洁、石莹、王丽珊。

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求　电力行业智能融合终端

1　范围

本文件规定了电力行业智能融合终端碳足迹量化的目的、范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告及声明的相关要求。

本文件适用于电力行业智能融合终端碳足迹量化研究。

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 17215.211—2021　电测量设备（交流）　通用要求、试验和试验条件　第 11 部分：测量设备

GB/T 24025—2009　环境标志和声明　Ⅲ型环境声明　原则和程序

GB/T 24040—2008　环境管理　生命周期评价　原则与框架

GB/T 24044—2008　环境管理　生命周期评价　要求与指南

GB/T 24067—2024　温室气体　产品碳足迹　量化要求和指南

GB/T 32150—2015　工业企业温室气体排放核算和报告通则

ISO 14026：2017　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 communication of footprint information）

3　术语、定义和缩略语

3.1　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

台区　power distribution area

指（一台）低压配电变压器的供电范围或区域。

3.1.2

智能融合终端　smart combine terminal unit

安装在低压台区的智能化采集与控制终端，满足高性能并发、大容量存储、多采集对象、就地化分析决策、协同计算需求，具有数据采集、设备运行状态监测、电能计量等功能，支撑营销、配电及新兴业务发展需求。

3.1.3

产品碳足迹　carbon footprint of a product; CFP

产品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，并基于生命周期评价，使用气候变化单一影响类别。

注：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.1，有修改]

3.1.4

产品部分碳足迹　partial carbon footprint of a product; partial CFP

在产品系统生命周期内一个或多个选定阶段或过程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。

注：产品碳足迹研究报告中记录了产品部分碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.2，有修改]

3.1.5

产品碳足迹研究　carbon footprint of a product study; CFP study

量化和报告产品碳足迹或产品部分碳足迹所必要的全部活动。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.4]

3.1.6

产品碳足迹量化　quantification of the carbon footprint of a product; quantification of the CFP

确定产品碳足迹或产品部分碳足迹的活动。

注：产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化属于产品碳足迹研究的一部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.6]

3.1.7

碳抵消　carbon offsetting

用所研究产品系统边界以外的，通过避免排放、减少或清除的温室气体排放量来全部或部分抵偿产品碳足迹或产品部分碳足迹的机制。

示例：在相关产品系统之外的投入，例如对可再生能源技术、能源效率措施、造林或再造林的投入。

注：在产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化中不允许进行碳抵消，碳抵消的信息交流不属于本文件的范围（见5.2.1）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.7，有修改]

3.1.8

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：本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化合物（HFC_s）、全氟碳化合物（PFC_s）、六氟化硫（SF_6）和三氟化氮（NF_3）。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1，有修改]

3.1.9

二氧化碳当量　carbon dioxide equivalent；CO_2e

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]

3.1.10

温室气体排放因子　greenhouse gas emission factor; GHG emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

3.1.11

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]

3.1.12

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 24044—2008，3.34]

3.1.13

声明单位　declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1kg粗钢）、体积（1L原油）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

3.1.14

基准流　reference flow

在给定的产品系统中，为实现功能单位功能所需过程的输入或输出量。

注：对于产品部分碳足迹而言，基准流参考的是声明单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.9，有修改]

3.1.15

使用寿命　service life

使用中的产品达到或超出设计寿命的时间段。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.11]

3.1.16

取舍准则　cut-off criteria

对与单位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，有修改]

3.1.17

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

[来源：GB/T 24044—2008，3.1，有修改]

3.1.18

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 24040—2008，3.2，有修改]

3.1.19

生命周期清单分析　life cycle inventory analysis；LCI

生命周期评价的阶段，涉及产品整个生命周期内输入和输出的汇编和量化。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.4]

3.1.20

敏感性分析　sensitivity analysis

用来估计所选用方法和数据对研究结果影响的系统化程序。

[来源：GB/T 24044—2008，3.31]

3.1.21

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：初级数据可以包括温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1，有修改]

3.1.22

现场数据　site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

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。

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清除量。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.2]

3.1.23

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。

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]

3.1.24

数据质量　data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

[来源：GB/T 24044—2008，3.19]

3.1.25

不确定性　uncertainty

与量化结果相关的参数，可用来合理反映量化结果的数值离散程度。

注1：不确定性可以包括：

——参数不确定性，例如温室气体排放因子、活动数据；

——场景不确定性，例如使用阶段场景、生命末期阶段场景；

——模型不确定性。

注2：不确定性信息通常规定了对可能数值离散的定量估计和对可能离散原因的定性描述。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.4]

3.1.26

活动数据　activity data

导致了某种温室气体排放的活动量，例如各种燃料的消耗量、原料的使用量、产品产量、外购电量、外购蒸汽量等。

3.1.27

数据分配　data 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。

3.1.28

产品碳足迹强度　carbon footprint intensity of a product；CFIP

产品实现单位功能或单位价值所分摊的产品碳足迹。

3.2　缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BOM：产品物料清单（Bill of Materials）

CFP：产品碳足迹（Carbon Footprint of a Product）

CFIP：产品碳足迹强度（Carbon Footprint Intensity of a Product）

CO_2e：二氧化碳当量（Carbon Dioxide Equivalent）

GHG：温室气体（Greenhouse Gas）

GWP：全球变暖潜值（Global Warming Potential）

GTP：全球温度变化潜势（Global Temperature change Potential）

IPCC：政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change）

LCA：生命周期评价（Life Cycle Assessment）

4　量化目的

开展智能融合终端产品碳足迹量化的目的是通过量化智能融合终端全生命周期或选定过程的所有显著的温室气体排放量和清除量，计算产品对全球变暖的潜在贡献，并分析不同阶段和不同材料的贡献构成（以二氧化碳当量表示），包括但不限于：

——依据客户要求提供产品碳足迹量化研究；

——提出智能融合终端在原材料获取、生产、运输和销售、使用、生命末期处理等阶段减少温室气体排放的改进方案和建议；

——为公众提供产品声明或信息披露提供产品碳足迹量化结果。

5 量化范围

5.1 声明单位

5.1.1 产品说明

智能融合终端是低压配用电物联网的边端核心设备，具有包括但不限于配电变压器运行状态、电能表、智能断路器、三相不平衡装置、智能电容器、静止无功补偿设备等的数据采集、电能量计量、低压故障快速研判及上报、分布式电源管理、电能质量监测及治理、终端自诊断自恢复及远程升级等功能。

5.1.2 产品组成

智能融合终端的组成宜包括但不限于以下内容：

——指示灯；

——线路板；

——电子元器件；

——端子；

——电源；

——外壳；

——端子盖；

——包装。

或可实现上述组件功能的替代组成。

5.1.3 产品技术参数

智能融合终端的主要技术参数宜包括：

a） 产品净重；

b） 产品型号；

c） 额度电压；

d） 产品寿命；

e） 端口数量及规格。

5.1.4 声明单位

本文件以“1 套智能融合终端（即销售单位）”作为声明单位。

5.2 系统边界

5.2.1 系统边界涵盖的生命周期阶段

智能融合终端的产品碳足迹量化系统边界宜涵盖产品全生命周期，即包含原材料获取、生产、运输

和销售、使用和生命末期处理等每个阶段的温室气体排放，可根据客户需求进行产品部分碳足迹量化，即仅包含原材料获取、生产两个阶段的温室气体排放，系统边界如图 1 所示。产品碳足迹和产品部分碳足迹应不包括碳抵消，与碳抵消无关的温室气体消除量可纳入产品系统边界内。

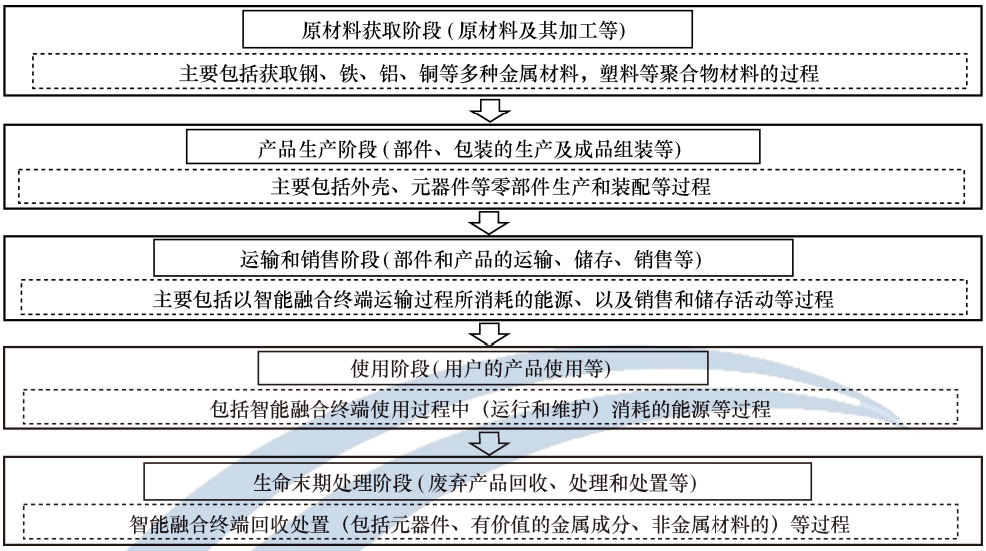


图 1　智能融合终端系统边界

5.2.2　取舍准则

a）　所有能源的输入均应列出；

b）　所有原料的输入均应列出；

c）　主要大气和水体的排放均应列出；

d）　智能融合终端系统边界内个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无实质性贡献时，可将其作为数据排除项排除并进行报告；

无实质性贡献的情况包括但不限于：

——工厂的基础设施；

——员工的交通、餐食；

——行政、管理、研发、市场部门的活动等；

——对设备、机器、厂房的制造安装和维护。

e）　小于产品重量 1%的原材料引起的排放可舍弃，小于固体废物排放总量 1%的一般性固体废物可舍弃，排放源温室气体排放量估测值小于产品量化系统边界内温室气体排放量估测值的 1%可舍弃。总共舍弃的不应超过排放总量的 5%。

取舍准则不适用于稀贵金属和有毒有害物质，任何稀贵金属与有毒有害物质都应包含于清单中。

5.2.3　生命周期各阶段描述

5.2.3.1　原材料获取阶段

——包括产品和包装等全部原料和辅料的获取，以及中间产品的生产；

——全部原辅料和中间产品运输到生产厂的过程。

5.2.3.2 生产阶段

——从全部原材料和中间产品进入生产厂开始，到产品离开生产厂终止，包括生产产品的直接相关过程、辅助过程以及排放处理过程等。

5.2.3.3 运输和销售阶段

——产品从生产厂到销售点的运输过程；
——产品在销售点进行销售和储存活动的过程；
——产品从销售点到使用地的运输过程。

5.2.3.4 使用阶段

——使用产品的过程，从产品正常投入使用开始，到产品废弃时终止，包含产品的运行和维护和过程。

5.2.3.5 生命末期处理阶段

——废弃产品的预处理，包括拆解、破碎和筛选等过程；
——废弃产品的最终处置，根据产品材料和处理方法分为回收利用、填埋和燃烧等；
——废弃产品从使用地到最终处置地的运输过程。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 数据选择

数据包括初级数据和次级数据。应优先使用初级数据，如果无法获得初级数据，可以使用次级数据。如果使用次级数据，应保证次级数据的地区范围、时间范围和技术范围与所研究的范围一致，并注明参考文件。数据收集的记录表可参考附录 A。

6.1.2 初级数据收集和数据质量确认

6.1.2.1 总体要求

初级数据包含直接排放的活动数据或从特定场地获取的数据，也可包含产品相应进程中的数据分配值。初级数据可以通过测量或建模获得，其结果是产品系统边界中的特定值。分配的数据只要满足初级数据的要求，可被认为是初级数据。产品的关键部件和主要生产过程数据应尽可能使用初级数据，如产品生产阶段的原材料消耗、能源消耗、污染物排放，以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等。

6.1.2.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段包括以下活动：
——采矿和提取（材料或化石燃料）；
——再生材料的加工；
——保证原材料满足客户要求的附加过程，例如物理形式和化学成分；
——金属加工；

——塑料定型加工；

——再生材料的转换；

——包装材料加工；

——全部原辅料到生产厂的运输。

从智能融合终端来看，主要原材料大类有塑料、钢、铁、铁合金、铝、铜、硅、铬、镍、聚醚酰亚胺、二氧化硅、玻璃纤维等。产品实际采用的原辅料种类应按照产品物料清单（BOM）中数据进行归类整理，各类原辅料输入均应包括在物料清单中，各类物料的温室气体排放量宜尽可能采用初级数据。

6.1.2.3 生产阶段

智能融合终端生产阶段应尽可能收集但不限于与以下单元过程相关的初级数据：

——整机生产（智能融合终端生产工艺应根据生产的产品种类、型号和规格确定，宜包括焊接阶段、装配阶段、检测阶段、品控阶段等数据）；

——生产场所内的元器件、零部件、组件、存储及运输等数据；

——最终智能融合终端装配与组装、测试、包装、检验过程等数据；

——测试过程中配套设备设施的运行数据；

——上述过程所产生的废气（包含排放、挥发、逸散等）、废水、废弃物处理等相关数据；

——客户需求定制—测试时间的用电等数据；

——还需包括：产品组装、包装段的设备用电；测试段、检验段的测试用电；仓储系统的设备用电/用油（叉车、汽车）；测试段温控系统用电等数据。

6.1.2.4 运输和销售阶段

该阶段主要包括铁路运输、公路运输、水上运输、航空运输。在智能融合终端运输过程中的活动数据包括了运输工具消耗能源所产生的二氧化碳排放。

储运和销售阶段应优先选择初级数据，收集以下数据:

a） 产品重量，含包装材料；

b） 可行时，销售区域，销售地点或客户指定仓储与销售量/出货量；

c） 运输工具，包括种类、载重量与承载率；

d） 运输距离；

e） 可行时，与储存特定产品相关的温室气体排放量；

f） 可行时，与销售特定产品相关的温室气体排放量。

6.1.2.5 使用阶段

该阶段的数据主要是智能融合终端使用寿命中的电力消耗数据，应优先选择初级数据。

6.1.2.6 生命末期处理阶段

智能融合终端的生命末期处理阶段主要考虑对产品采取的不同处理处置方式，包括填埋、回收、焚烧等。除部分智能融合终端整机或元器件回收再使用外，有价值的金属材料和非金属材料也可回收利用。智能融合终端生命末期处理阶段活动数据主要是有价值的金属材料、非金属材料、附件以及包装相关材料的处理量。

若能够采集智能融合终端生命末期处理的现场数据，应优先选择初级数据。

6.1.2.7 初级数据质量要求

a） 代表性：初级数据应按照相关单元收集所确定范围内的生产统计数据。

——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：数据反映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。

b） 完整性：初级数据的收集应完整覆盖标准中确定的所有需要企业填报的生产初级数据。

——数据完整性：按照数据取舍准则，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，缺失的数据需在报告中说明，报告的格式和内容可参考附录 B。

c） 准确性：初级数据中的原料、能源、资源消耗数据应来自于相关单元的实际统计记录。所有初级数据应提供相关的原始数据、数据来源、计算过程等信息。

——数据准确性：零部件、辅料、能耗、包装、原料与产品运输等数据需采用企业实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告；所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；估算或引用文献的数据需在报告中说明。

d） 一致性：初级数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

——数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期；存在不一致情况时需在报告中说明；

——数据来源；

——信息的不确定性（例如数据、模型和假设）。

6.1.3 次级数据收集和数据质量确认

6.1.3.1 次级数据来源

次级数据从外部来源获得，或从组织内部的另一过程、活动（如相同种类或类似产品的初级数据）中获得，用作产品生命周期的清单过程的替代数据。次级数据的收集和使用可按照表 1 中由高到低的优先级次序开展。

表 1 次级数据优先级

数据类型	数据获取途径	优先级
次级数据	1. 供应商提供的数据； 2. 政府提供的排放因子数据； 3. 本土化数据库（优先选择代表国内平均水平的生命周期评价数据）； 4. 公开文献给出或计算估算得出的行业平均数据或根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数据(对其他企业进行明确限定）； 5. 国外数据库（优先选择代表国内平均水平的生命周期评价数据）； 6. 其他来自行业协会、人员经验等途径的数据	高 ↓ 低

6.1.3.2 次级数据质量要求

a） 代表性：次级数据应优先选择企业的主要供应商提供的符合 GB/T 24040 要求的、经第三方独立验证的产品生命周期评价报告中的数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类工艺技术的数据；

b） 完整性：原辅材料、能源及资源产品相关的次级数据的系统边界应从资源开采到这些原辅材料、能源及资源产品出厂为止；

c） 一致性：同一第三方机构对同类产品生命周期评价的次级数据选择应保持一致，如果次级数据更新，则生命周期评价报告也应相应更新。

6.1.4 数据质量评价

数据质量评价应采用两步法：

——应根据上述 6.1.2.7 和 6.1.3.2 的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；

——应根据上述 6.1.2.7 和 6.1.3.2 的要求，对数据进行评价。

开展产品碳足迹研究的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，进行数据质量评价，并持续提高数据质量。

6.2 数据分配

6.2.1 分配原则

在系统边界设置或数据收集时，若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要在产品生命周期内进行分配。分配的原则如下:

a） 尽量避免进行数据分配；

b） 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；

c） 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；

d） 若使用其他分配方法，须提供所使用参数的基础及计算说明；

e） 明确规定分配程序，将输入、输出分配到不同的产品中，并与分配程序一并书面说明；

f） 一个单元过程分配的输入、输出的总和应与其分配前的输入、输出相等；

g） 当同时有几种备选的分配程序时，应通过进行敏感性分析,以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

6.2.2 分配程序

智能融合终端生产过程中会出现同一条流水线上或同一个车间内会同时生产多种型号产品的情况。这时，难以直接针对指定单一型号的产品生产来收集原始清单数据，应根据产品间的物理关系或经济关系对这些过程的数据进行分配，分配的主要程序如下：

a） 将原来收集数据时划分的单元过程再进一步分解,以便将那些与系统功能无关的单元排除在外；扩展产品系统边界,把原来排除在系统之外的一些单元包括进来；

b） 使用能反映其物理关系的方式来进行分配，如产品的质量、数量、体积、热值等比例关系，将

系统的输入输出以能反映它们之间潜在物理关系的方式，划分到不同产品或功能中；

c） 当物理关系不能确定或不能用作分配依据时,用其经济关系来进行分配,如产品产值或利润比例关系等；

d） 如果产品包装是多次循环使用，则单独将包装作为一个产品对象，统计其生产、使用（包括多次回收运输）、废弃部分的数据，计算出包装全生命周期碳排放后，再将碳排放值分配到单位智能融合终端上。

生命周期清单是以输入和输出之间的物质平衡为基础的。因此，分配程序应尽可能的接近这些基本的输入输出关系和特征。所有涉及到的数据分配过程应详细记录和说明。

6.3 取舍准则

按照本文件中 5.2.2 的要求执行。

6.4 清单计算

数据收集完成后，应对产品系统中每一单元过程与声明单位进行量化。量化应以统一的声明单位作为该产品系统所有单元过程中物质流和能量流的公共基础，求得系统中所有的输入和输出数据，并通过汇总获得产品碳足迹的最终量化结果，以二氧化碳当量表示。在此过程中如发现不合理的数据，应于以替换。

7 影响评价

7.1 总体要求

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（GWP），来计算智能融合终端系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为每千克排放量的千克二氧化碳当量， GWP 值可参考附录 C。智能融合终端的产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。

若 IPCC 修订了 GWP 值，应使用最新数值，否则应在报告中说明。

除 GWP100 外，还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的全球变暖潜势（GWP）和全球温度变化潜势（GTP），但应单独报告。

注：100年全球变暖潜势（GWP 100）代表短期的气候变化影响，可反映变暖速度。100年全球温度变化潜势（GTP 100）代表长期的气候变化影响，可反映长期温升。与其他时间范围相比，选择100年的时间范围并无任何科学依据。该时间范围是国际公约的一个价值判断，它权衡了不同时间范围内可能发生的影响。

7.2 产品碳足迹计算

7.2.1 产品碳足迹计算

智能融合终端的产品碳足迹宜包括原材料获取阶段、生产阶段、运输和销售阶段、使用阶段、生命末期处理阶段涉及的所有单位过程，智能融合终端的产品碳足迹计算方法见公式（1）：

$$CFP = \sum AD_i \times EF_i \times GWP_i \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

CFP ——产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

AD_i ——第 i 种活动的温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_i ——第 i 种活动对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配部分排放源的温室气体排放因子可参考附录 D 计算；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球变暖潜势值（GWP），按照附录 C 中的规定进行取值。

智能融合终端在使用阶段的活动数据主要为电力消耗数据，计算方法见公式（2）：

$$E_{使用} = P_i \times Y \times 365 \times 24 \cdots\cdots (2)$$

式中：

$E_{使用}$—智能融合终端生命周期内的电力总消耗，单位为千瓦时（kWh）；

P_i—智能融合终端的功率，单位为千瓦（kW）；

Y—智能融合终端寿命，单位为年。

智能融合终端的功率计算方式参考 GB/T 17215.211。

智能融合终端的使用寿命由实际应用场景决定，如果无法获得准确信息，宜采用设计寿命 10 年计算。

7.2.2 产品碳足迹强度计算

本文件提供了智能融合终端产品碳足迹强度参数指标。该指标主要用来衡量智能融合终端端口带宽同产品碳足迹之间的关系，智能融合终端产品碳足迹强度计算方法见公式（3）：

$$CFIP = \frac{CFP}{\sum_j \left(D_j \times B_j\right) \times Y \times 365 \times 24 \times 3600} \cdots\cdots (3)$$

式中：

$CFIP$——产品碳足迹强度，单位为克二氧化碳当量每千兆比特（gCO_2e/Gbp）；

CFP——智能融合终端生命周期内的产品碳足迹，单位为克二氧化碳当量（gCO_2e）；

D_j ——智能融合终端 j 类端口的数量，单位为个；

B_j ——智能融合终端 j 类端口的最大带宽，单位为千兆比特每秒（Gbps）；

Y ——智能融合终端使用寿命，单位为年。

8 结果解释

智能融合终端产品碳足迹研究的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产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化结果，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；

c） 结论、局限性和建议的编制。

应根据产品碳足迹研究的目的和范围进行结果解释，应包括以下内容：

——说明产品碳足迹或产品部分碳足迹，以及各阶段的碳足迹；

——分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；

——详细记录选定的分配程序；

——说明产品碳足迹研究的局限性。

结果解释宜包括以下内容：

——对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行的敏感性分析，以了解结果的敏感性和不确定性；

——评估替代使用情景对最终结果的影响评价；

——评估不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；

——评估建议对结果的影响。

9 产品碳足迹报告

智能融合终端产品碳足迹报告可参考附录 B，应包括但不限于以下内容：

a） 基本情况：

1） 委托方和评价方信息；

2） 报告信息；

3） 依据的标准；

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） 开展研究的目的；

2） 预期用途。

c） 范围：

1） 产品说明，包括功能和技术参数；

2） 声明单位以及基准流；

3） 系统边界，包括：

——作为基本流中的系统输入和输出类型；

——有关单元过程处理的决策准则（考虑其对产品碳足迹研究结论的重要性）；

——产品系统关联的单元过程地理位置、地理格网的划分规则、格网级别的选取，并说明其理由（如适用）；

4） 取舍准则；

5） 生命周期各阶段的描述，包括对选定的使用阶段和生命末期处理阶段假设情景的描述（如适用），替代使用情景和生命末期处理阶段情景对最终结果影响的评价。

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） 纳入考虑范围的温室气体清单；

4） 温室气体排放和清除时间；

5） 代表性的时间边界和地理边界；

6） 分配原则与程序；

7） 数据说明，包括有关数据的决定和数据质量评价。

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） 结果说明；

2） 改进建议。

10 产品碳足迹声明

可按照 GB/T 24025 或 ISO 14026 的规定开展产品碳足迹声明或信息交流，使具有同样功能的产品之间进行比较。

应用本文件得到的产品碳足迹，其声明的发布应符合国家或地方的有关规定，如无特殊规定，可采用以下一种或多种发布方式：

a） 通过碳标识的形式，将产品碳足迹信息进行披露，具体披露信息及要求，由标签发放机构规定；

b） 在产品使用说明书中披露，并说明数值的含义；

c） 将产品碳足迹信息印刷在公司的宣传手册上或发布在公司的网站上。

附 录 A
（资料性）
产品碳足迹量化数据收集表

表 A.1 产品原材料获取阶段数据收集表

序号	组件名称	材料名称	规格型号	材质	质量（kg）	数量（个）	运输距离（km）	运输方式

表 A.2 产品生产阶段数据收集表

生产过程名称：			统计期：年	
声明单位：				
工艺流程描述：				
类型	清单名称	用量	备注信息	填写说明
能耗	电力			
	天然气			
环境排放				

表 A.3 产品运输阶段数据收集表

运输产品名称	运输质量（kg）	运输距离（km）	运输类型

表 A.4　产品销售阶段数据收集表

储存环节	储存时间（h）	储存用能种类	能耗量

表 A.5　产品生命末期处理阶段数据收集表

处置名称	质量	处置方式	处置用能	能耗量	污染物种类	污染物数量

附　录　B

（资料性）

产品碳足迹报告模板

产品碳足迹研究报告（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．声明单位

以_____为声明单位。

2．系统边界

☐原材料获取阶段 ☐生产阶段 ☐运输和销售阶段 ☐使用阶段 ☐生命末期处理阶段

系统边界图：

图 1　XX 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 1。

表 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 CO_2e/声明单位）
原材料获取				
生产				
运输和销售	运输			
	销售和储存			
使用				
生命末期处理				

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．影响类型和特征化因子选择

一般选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）。

2．产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1．结果说明

（1）_____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，每声明单位的产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期的产品碳足迹为_____$kgCO_2e$。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（kg CO_2e/声明单位）	百分比（%）
原材料获取		
生产		
运输和销售		
使用		
生命末期处理		
总计		

图 2　_____各生命周期阶段碳排放分布图

注：具体产品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）_____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，每声明单位的产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期的产品碳足迹强度为_____$kgCO_2e$/×××。

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

附 录 C
（资料性）
全球变暖潜势值

表 C.1 部分温室气体的全球变暖潜势值

气体名称	化学分子式	100 年的全球变暖潜势值（截至出版时）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_2O	273
三氟化氮	NF_3	17,400
六氟化硫	SF_6	25200
氢氟碳化物（HFC_s）		
HFC-23	CHF_3	14600
HFC-32	CH_2F_2	771
HFC-41	CH_3F	135
HFC-125	C_2HF_5	3740
HFC-134	CHF_2CHF_2	1260
HFC-134a	$C_2H_2F_4$	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	164
HFC-227ea	C_3HF_7	3600
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	8690
全氟碳化物（PFC_s）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF_4	7380
全氟乙烷（六氟乙烷）	C_2F_6	12400
全氟丙烷	C_3F_8	9290
全氟丁烷	C_4F_{10}	10000
全氟环丁烷	C_4F_8	10200
全氟戊烷	C_5F_{12}	9220
全氟己烷	C_6F_{14}	8620
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于气候变化专门委员会（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》		

附 录 D
（资料性）
常用参数参考值

表 D.1 常用化石燃料相关参数值

燃烧品种		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%
	其他洗煤	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%
	炼厂干气	t	45.998[a]	18.2[b]×10^{-3}	99%
	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%
	其他石油制品	t	40.2[c]	20.0[b]×10^{-3}	98%
气体燃料	天然气	10^4Nm^3	389.31[a]	15.3[b]×10^{-3}	99%
	焦炉煤气	10^4Nm^3	179.81[a]	13.58[b]×10^{-3}	99%
	高炉煤气	10^4Nm^3	33.000[d]	70.8[c]×10^{-3}	99%
	转炉煤气	10^4Nm^3	84.000[d]	49.60[d]×10^{-3}	99%
	其他煤气	10^4Nm^3	52.270[a]	12.2[b]×10^{-3}	99%

注：数据来源《电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》附录二。开展产品碳足迹核算时，如 a：《中国能源统计年鉴 2013》，b：《省级温室气体清单指南（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）有更新，应注意使用更新的最新数据

表 D.2　全国电力平均碳足迹因子和主要发电类型电力碳足迹因子

	因子（$kgCO_2/kWh$）
全国电力平均碳足迹因子	0.5777
燃煤发电	0.9240
燃气发电	0.4503
水力发电	0.0141
核能发电	0.0065
风力发电	0.0324
光伏发电	0.0520
光热发电	0.0312
生物质发电	0.0404
注：数据来源生态环境部、国家统计局、国家能源局《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》，应采用生态环境部最新发布的数据	

参 考 文 献

[1] 电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）.

[2] 《中国能源统计年鉴 2013》.

[3] 《省级温室气体清单指南（试行）》.

[4] 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》.

[5] 《中国温室气体清单研究》（2007）.