ICS13.020.01
CCS Z 06

T/ECOSC

团　体　标　准

T/ECOSC XXXX-2026

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 水力发电机

Greenhouse gases Quantification requirement and method of product carbon footprint Hydraulic generator

征求意见稿

2026-XX-XX 发布　　2026-XX-XX 实施

中国生态学学会 发布

目　　次

前言 III
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
5.1 声明单位 4
5.2 系统边界 4
6 清单分析 5
6.1 数据收集和确认初级数据 5
6.2 数据分配 5
6.3 取舍准则 6
6.4 数据审定 6
6.5 将数据关联到单元过程和声明单位 7
6.6 分配原则 7
6.7 将数据关联到单元过程和声明单位 7
7 影响评价 7
7.1 碳足迹计算方法 7
7.2 特征化因子和 GWP 等参数的选取 7
8 结果解释 8
9 产品碳足迹报告 8
10 产品碳足迹声明 8
附录 A（资料性） 产品碳足迹量化数据收集表 9
附录 B（资料性） 全球变暖潜势值参考值 11

前　　言

本标准按照GB/T1.1—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。
本标准由浙江清华长三角研究院提出并解释
本标准由国家电网公司科技部归口。
本标准起草单位：国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司，浙江清华长三角研究院。
本标准主要起草人：刘广鑫、侯林、陈一帆、刘芳涛、钟伟东、孙一凡、徐杰。
本标准为首次发布。
本标准在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网公司科技部。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 水力发电机

1 范围

本文件规定了水力发电产品碳足迹量化要求，描述了水力发电产品碳足迹量化方法，包括量化目的与范围、清单分析、影响评价、结果解释、碳足迹报告、碳足迹声明等要求与方法。

本文件适用于水力发电机产品碳足迹评价。

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 2900.25-2008 电工术语 旋转电机

GB/T 15468-2020 水轮发动机组基本技术条件

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

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 14067:2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南（Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification）

3 术语和定义

GB 17167、GB/T 32150—2015、GB/T 24040-2008、GB/T 24044-2008、GB/T 24067-2024、GB/T 32150-2015、GB/T 2900.25-2008、GB/T 15468-2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水力发电机 Hydraulic generator

水力发电系统用发电机。

3.2

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]

3.3

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的一个或多个选定阶段或过程中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

［来源：GB/T 24067-2024，3.1.2］

3.4

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］

3.5

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、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注：包括二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF_6）和三氟化氮（NF_3）等。

［来源：GB/T 24067-2024，3.2.1］

3.6

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］。

3.7

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的质量乘以它的全球变暖潜势值。

［来源：GB/T 24067-2024，3.2.2］。

3.8

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影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

［来源：GB/T 24067-2024，3.2.4］

3.9

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

现场数据与温室气体排放相关的系数。

［来源：GB/T 24067-2024，3.2.7］

3.10

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 24044-2008，3.32］

3.11

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。

［来源：GB/T 24067-2024，3.4.2］

3.12

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：初级数据不是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：初级数据可以包含温室气体排放因子或温室气体现场数据。

［来源：GB/T 24067-2024，3.6.1］

3.13

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空气体清除量。

［来源：GB/T 24067-2024，定义 3.6.2］

3.14

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，可以来源于数据库、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］

3.15

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据或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作的规定。

［来源：GB/T 24040-2008，3.18］

3.16

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］

3.17

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

［来源：GB/T 24067-2024，3.3.8］

4 量化目的

为落实国家碳达峰碳中和决策部署，支撑产品碳足迹管理体系建设，本文件基于生命周期评价理论，开展水力发电机产品碳足迹量化。总体目的是结合取舍准则，通过量化水力发电机产品系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，计算生产一台水力发电机产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO_2e）表示]。

5 量化范围

5.1 声明单位

产品碳足迹研究应明确规定功能单位或声明单位。本文件的功能单位为每台特定型号及技术参数的水力发电机，即一台具有明确产品名称、规格型号、额定容量（输出功率）、额定电压、额定转速等技术参数的完整水力发电机。

功能单位的计量单位为“台”。需要在不同容量产品之间比较时，可同时以单位额定容量“千瓦（kW）”作为辅助计量单位，将每台产品的碳足迹按额定容量折算为单位千瓦的碳足迹。功能单位或声明单位应与研究目的和范围保持一致，并据此明确系统边界。

5.2 系统边界

5.2.1 概述

本文件中界定的产品碳足迹核算的系统边界包括原材料获取阶段和生产阶段。

本文件界定的系统边界属于“摇篮到大门”类型。 “摇篮”指原材料的开采与获取，“大门”指产品完成生产、检验合格后离开工厂，即核算范围从原料开采开始、以产品出厂为截止点。

产品销售、出厂后的运输与交付、安装与使用、运行维护以及报废回收等阶段均不计入本文件的碳足迹核算。

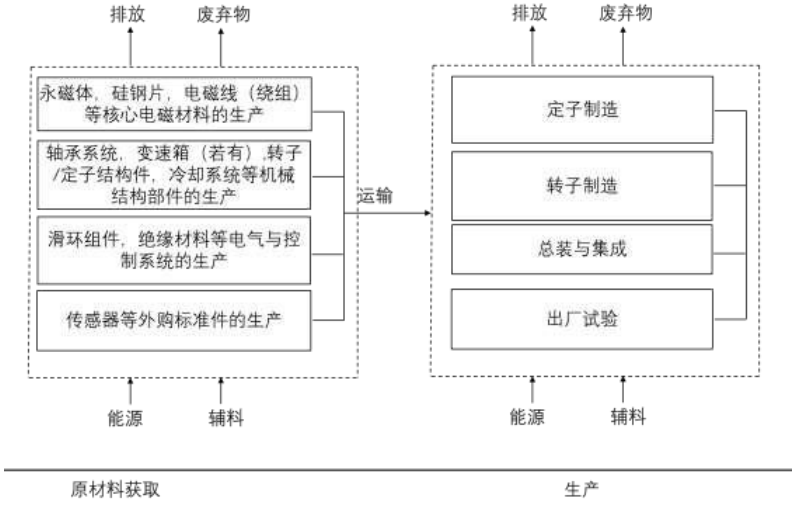


图 1系统边界示意图

5.2.2 原材料获取阶段

产品原材料获取阶段的碳排放应包括以下内容：

a) 矿产的采集与提取；
b) 原料及其上游材料的生产；
c) 能源生产；
d) 原料与能源运输。

5.2.3 生产制造阶段

产品生产制造阶段的碳排放应包括以下内容：

a) 水力发电机生产；
b) 检测和包装；

c） 燃料等能源燃烧消耗相关过程；
d） 产品及中间产品在生产过程中的运输；
e） 产品生产过程中产生的废弃物的运输和处理；
f） 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认初级数据

6.1.1 初级数据

初级数据包括每声明单位风力发电机所消耗的原料和能源等，应对数据的获得方式及来源予以说明，参照附录 A 中表 A.1 采集。

6.1.2 次级数据

在初级数据无法获取的情况下，可按照优先级顺序依次使用统计数据、文献数据、估算数据等次级数据，并注明数据来源，参照附录 A 中表 A.2 采集。

6.1.3 各阶段数据收集

在系统边界内开展各单元过程的数据收集，数据种类和数据类型应符合表 1 的要求，所有收集的数据的获得方式和来源均应予以说明并记录。

表 1 各阶段数据种类及数据类型

阶段	数据种类	数据类型
原材料获取阶段	原料的消耗量	应使用初级数据
	实际供应链生产的原料碳足迹结果或基础原材料及原料的温室气体排放因子	宜使用初级数据
	原料到风力发电机产品生产工厂的运输量、运输距离、运输方式	应使用初级数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
生产制造阶段	电力、柴油、天然气等能源的消耗量	应使用初级数据
	将绿色电力证书或电力交易合同中的非化石能源使用量	应使用初级数据
	非燃料燃烧的温室气体直接排放（如保护气体逸散等）	应使用初级数据
	电力、柴油、天然气等能源的温室气体排放因子	可使用次级数据
	污染物、固体废物的产生量、处置方式、运输距离、运输方式	应使用初级数据
	污染物、固体废物处置的温室气体排放因子	可使用次级数据

6.2 数据分配

水力发电机生产阶段的数据应为现场数据，所收集的数据应具有代表性，宜采用近期一个自然年内的生产统计数据，不应不低于 12 个月。无法收集现场数据时，宜使用经第三方评审或认证的初级数据。无法获取现场数据和初级数据时，可以使用次级数据。

应优先采用经测量性核验的实测数据开展碳足迹因子测算，如无实测数据，可按照优先级顺序依次采用政府官方数据、行业经验值、文献值等开展碳足迹因子的测算，同时应注明所采用数据的来源。

产品碳足迹研究宜通过使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，相关特性描述宜涉及以下方面：

a） 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；

b） 地理覆盖范围：为实现产品碳足迹研究目的，所收集的单元过程数据的地理位置；

c） 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；

d） 精度：对每个数据值的可变性的度量（例如方差）；

e） 完整性：测量或测算的流所占的比例；

f） 代表性：反映实际关注人群对数据集（即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等）关注程度的真实情况进行稳定性评价；

g） 一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；

h） 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重现相同研究结果的定性评价；

i） 数据来源；

j） 信息的不确定性。

数据质量评估应采用两步法：

——应根据上述 a) 至 d) 项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；

——应根据上述 e) 至 j) 项的要求，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。

根据数据来源的可靠性和数据质量评估结果，本文件将数据划分为三个质量等级：

——一级数据：经实测获得的现场数据，或经第三方核验的初级数据，数据质量最高，应优先用于关键单元过程；

——二级数据：来自权威数据库、政府官方统计数据和排放因子、经同行评议的文献数据，在一级数据无法获取时使用；

——三级数据：行业经验值、估算数据及其他代表性有限的数据，仅在一、二级数据均无法获取时使用，并应说明估算依据。

数据处理应遵循以下规则：能够获得高等级数据时，不应以低等级数据替代；使用低等级数据时，应在报告中说明原因、估算方法及其对结果不确定性的影响；对碳足迹结果影响较大的关键数据，应尽可能采用一级数据并进行交叉核验。

6.3 取舍准则

产品碳足迹的舍弃准则一致。量化碳足迹时，应明确描述输入输出数据的取舍准则和假设，以及其对产品碳足迹量化结果的影响。选择取舍准则时可考虑物质量、能量和环境影响重要性等因素。在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1%的生命周期阶段、过程、输入或输出等环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。涉及保密需求的材料或环节，可以不披露具体信息。

6.4 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量要求符合规定。

数据审定可通过建立质量平衡、能量平衡和（或）排放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能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

6.5 将数据关联到单元过程和声明单位

核算单一水力发电机产品的部分生命周期碳足迹，覆盖系统边界内各单元过程基准流的排放与清除。

6.6 分配原则

水力发电机进行碳足迹评价涉及分配时，应符合 GB/T 24044—2008 中 4.3.4 的要求。对包含多个产品的系统时，宜避免分配。若分配无法避免，应考虑以下方面：

a) 优先使用物理关系进行分配；

b) 若无法建立物理关系，应根据经济价值或其它关系进行分配，所有分配方式需提供所使用分配关系的依据及计算说明。

注：物理关系包括数量、质量、工时等。

针对不同情况下的具体分配方法如下：

a) 对产出多种产品（包括副产品）的同一单元过程（如同一生产线），应采用该单元过程或生产线的产品产量进行分配；

b) 对公共设施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，则应根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配；

c) 对废水和废弃物处理过程（包括厂外处理）的温室气体排放，应根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配。

6.7 将数据关联到单元过程和声明单位

特定温室气体排放量和清除量应符合 GB/T 24067—2024 中 6.4.9 的要求，其中温室气体清除量应在报告中解释说明。

7 影响评价

7.1 碳足迹计算方法

水力发电机产品碳足迹（生命周期碳排放总量）按式（1）计算：

$$CFP_{GHG} = \sum_{j}\left[\sum_{i}\left(AD_i \times EF_{LCA,i,j}\right) \times GWP_j\right] \quad (1)$$

式中：

CFP_{GHG} ——系统边界内，各功能单位（声明单位）中第 i 种活动的 GHG 排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根居具体排放源确定；

AD_i ——产品第 i 种材料的用量，单位为千克（kg）；

$EF_{LCA,i,j}$ ——第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j ——温室气体 j 的 GWP 值，按照 6.5.1 中的规定进行取值。

7.2 特征化因子和 GWP 等参数的选取

特征化因子与 IPCC 保持一致。产品碳足迹研究默认选择 IPCC 给出的 GWP 100，选择 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP 时应单独报告。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。

8 结果解释

结果解释可包括以下内容：

a) 根据产品碳足迹的量化目的、范围和结果，确定重大问题；
b) 完整性、一致性、不确定性和敏感性分析，例如重要输入、输出和方法选择（取舍准则和分配程序）进行敏感性分析；
c) 结论、局限性和建议的编制。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹报告应至少包含以下内容：

——报告目录，包括报告基本信息、目的与范围、清单分析、影响评价等章节标题及页码；
——产品制造单位与评价方信息；
——产品技术参数和功能描述；
——功能单位；
——系统边界；
——核算范围；
——生命周期清单分析；
——数据收集信息及说明；
——温室气体清单分析；
——数据取舍准则描述、数据分配等；
——产品碳足迹计算及结果分析；
——结论和不确定性说明；
——其他需要说明的情况。

产品碳足迹报告应满足数据精度、质量与信息披露要求：活动数据和排放因子的取值、计算过程及结果应可追溯、可复算；数据质量等级、取舍准则和分配方法应如实披露；涉及保密的内容可不予披露具体数值，但应说明其涵盖范围及对结果的影响。

10 产品碳足迹声明

如需声明时，应按照 GB/T 24067-2024 的规定开展产品碳足迹声明或信息交流，具有同样功能的产品之间可进行比较。

附 录 A
（资料性）
产品碳足迹量化数据收集表

A.1 初级数据收集表

初级数据收集表见表 A.1

表A.1 初级数据收集表

企业信息	企业名称							
	所在省份							
	企业地址							
	联系人				电话			
					邮箱			
	数据统计周期	年 月 日 至 年 月 日						
	生产线及规模说明							
产品信息（填写统计期内所有组件生产情况）	产品名称							
	规格型号	产品型号		重量		尺寸		
	产品示意图							
	产品工艺流图							
类型	项目	消耗量	单位	总重量（kg）	材料成分及比例	运输方式	运输距离（km）	供应商所在地
资源消耗			个					
			个					
			个					

			kg					
	...		kg					
	水		t					
能源消耗	电		kWh	—				
	...							
温室气体排放	二氧化碳		t		—	—	—	—
	...				—	—	—	—
废弃物排放及处置	项目	数量	单位	总重量(kg)	运输方式		运输距离(km)	处置方式
	废弃包装		kg					
	...							
注：消耗的资源、能源以及温室气体排放等项目以厂家实际生产情况为准。								

A.2 次级数据收集表

次级数据收集表见表 A.2。

A.2 次级数据收集表

类型	项目	碳排放因子	数据来源	数据获取方式	时间代表性	地域代表性	技术代表性
	...						
	水						
能源	电						
	...						
运输	公路运输						
	铁路运输						
	...						

附 录 B
（资料性）
全球变暖潜势值参考值

部分 GHG 的 GWP 值见表 B.1。

表B. 1 初级数据收集表

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP（截至出版时）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_20	273
三氟化氮	NF_3	17400
六氟化硫	SF_6	25200
氢氟碳化(HFCs)		
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	$C2H2F_4$	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	C_2H4F_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 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》		

参 考 文 献

[1] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Richard P.Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., An-nalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, Cambridge University Press 2021, pp 7SM24-35.