ICS 13.020.60
CCS Z00 09

团　　体　　标　　准

T/CSTE 0410—2023

轴承产品生命周期评价技术规范
（产品种类规则）

Life cycle assessment specification on bearing product

(Product Category Rules)

2023-09-15 发布　　2023-09-22 实施

中国技术经济学会　　发布

目　　次

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设计专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国技术经济学会提出并归口。

本文件起草单位：斯凯孚（中国）有限公司，中国标准化研究院，瑞典环境科学研究院有限公司北京代表处，宝山钢铁股份有限公司，金风科技股份有限公司、中国标准化协会绿色低碳专业委员会。

本文件主要起草人：王峻峰、姚娟娟、高东峰、高彦鑫、张天荣、徐敏、朱艳景、刘颖昊、刘昊、王瑞、钱晨。

本文件为首次发布。

轴承产品生命周期评价技术规范（产品种类规则）

1 范围

本文件规定了轴承产品生命周期评价的基本规则和要求，包括目的和范围确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价、可比性、支持Ⅲ型环境声明的要素。

本文件是轴承产品开展生命周期评价的通用要求，同时作为产品种类规则适用于碳足迹评价。

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 24020-2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则

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/Z 22559.2-2008 齿轮-热功率-第 2 部分：热承载能力计算

GB/T 6391-2010 滚动轴承额定动载荷和额定寿命

3 术语和定义

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

3.1 产品种类规则 product category rules(PCR)

对一个或多个产品种类进行Ⅲ型环境声明所应满足的一套具体的规则、要求和指南。

【GB/T 24025-2009，定义3.5】

3.2 Ⅲ型环境声明 type Ⅲ environmental declaration(EPD)

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括附加信息。

【GB/T 24025-2009，定义3.2】

注1：附加信息可以是其他相关的重要环境信息、产品性能信息。包括（但不限于）产品在使用过程中对环境造成较大影响的性能指标信息。附加信息可以是定性的也可以是定量的。

3.3 产品碳足迹 carbon footprint of products

产品在其整个生命周期内以二氧化碳当量为单位表示所有温室气体排放量与温室气体清除量之和。

3.4 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。

【GB/T 24040-2008，定义 3.32】

3.5 功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

【GB/T 24040-2008，定义3.20】

3.6 共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

【GB/T 24040-2008，定义3.10】

3.7 现场数据 field data

现场数据是通过直接测量或基于直接测量计算得到的企业产品系统内某个单元过程或活动的量化值。

具体指从轴承产品的生产加工和组装的制造工厂收集的来自于生产单元过程的实际统计数据（包括原材料消耗、能耗、直接排放等），以及产品生命周期中的其他现场数据，例如上游供应商提供的有关原材料生产的实际数据，以及有关运输距离、运输方式和运输量的运输数据等。

3.8 非现场数据 non-field data

非现场数据是从产品生命周期中通过直接测量以外来源获得的，满足对精确度、完整性和代表性的数据质量要求的数据（例如商业数据库，免费数据库，文献等）。

当无法获得现场数据或者获得现场数据不切实际时，则使用非现场数据。

4 目的和范围确定

4.1 产品生命周期评价的目的

基于生命周期评价方法计算轴承产品的生命周期环境负荷，为评价分析其环境影响提供依据和建议；当生命周期评价的目的为开展III型环境声明时，生命周期评价报告及EPD文件需要经由独立第三方审核，并依照相关EPD体系要求向公众发布。

4.2 产品描述

产品描述应使相关方能够明确地识别产品，例如产品名称、产品类别、主要零部件和材料组成、规格或尺寸范围等。

本文件中涉及的轴承相关产品包括：轴承零部件、滚动轴承、滑动轴承、轴承组合/轴承单元。各类典型轴承产品部件组成见表1。

表 1 各类典型轴承产品零部件组成

产品类别	产品部件组成
滚动轴承（滚珠或滚子轴承）	● 内圈（内环）； ● 外圈（外环）； ● 滚动体：滚珠或滚子，作为滚动元件； ● 保持架； ● 其他零部件：如密封件，挡圈等。
滑动轴承	● 支撑； ● 与移动元件接触的区域，即衬套。
轴承组合/轴承单元	● 轴承； ● 其他附件，如轴承座，润滑油脂，轴承组合的监测设备等。

4.3 功能单位及使用寿命

当下游应用行业/场景已知时，功能单位定义为：一套/件（应用于某行业场景）（参考使用寿命）的轴承产品，实际应用场景下的参考使用寿命见附录B。

当下游应用行业/场景未知时，功能单位定义为：一套/件（设计使用寿命）的轴承产品。滚动轴承产品的设计使用寿命应基于GB/T 6391-2010计算（见附录C）。

4.4 系统边界

本文件界定的轴承产品生命周期系统边界分三个阶段：上游过程、核心过程和下游过程。

系统边界有以下两种选择，系统边界示意图如图1所示：

a)“从摇篮到坟墓（不含产品应用）”，系统边界包括上游过程、核心过程及产品生命终末期三个阶段，即从原材料的开采和生产，上游零部件半成品加工，到所研究产品系统完成制造运出工厂大门，及最终产品使用终末期报废。

b)“从摇篮到坟墓”的系统边界包括上游过程、核心过程和下游过程三个阶段，即从原材料开采和生产，上游零部件半成品加工，所研究产品系统完成制造运出工厂大门，在下游应用端完成应用使命，直到产品使用终末期报废。

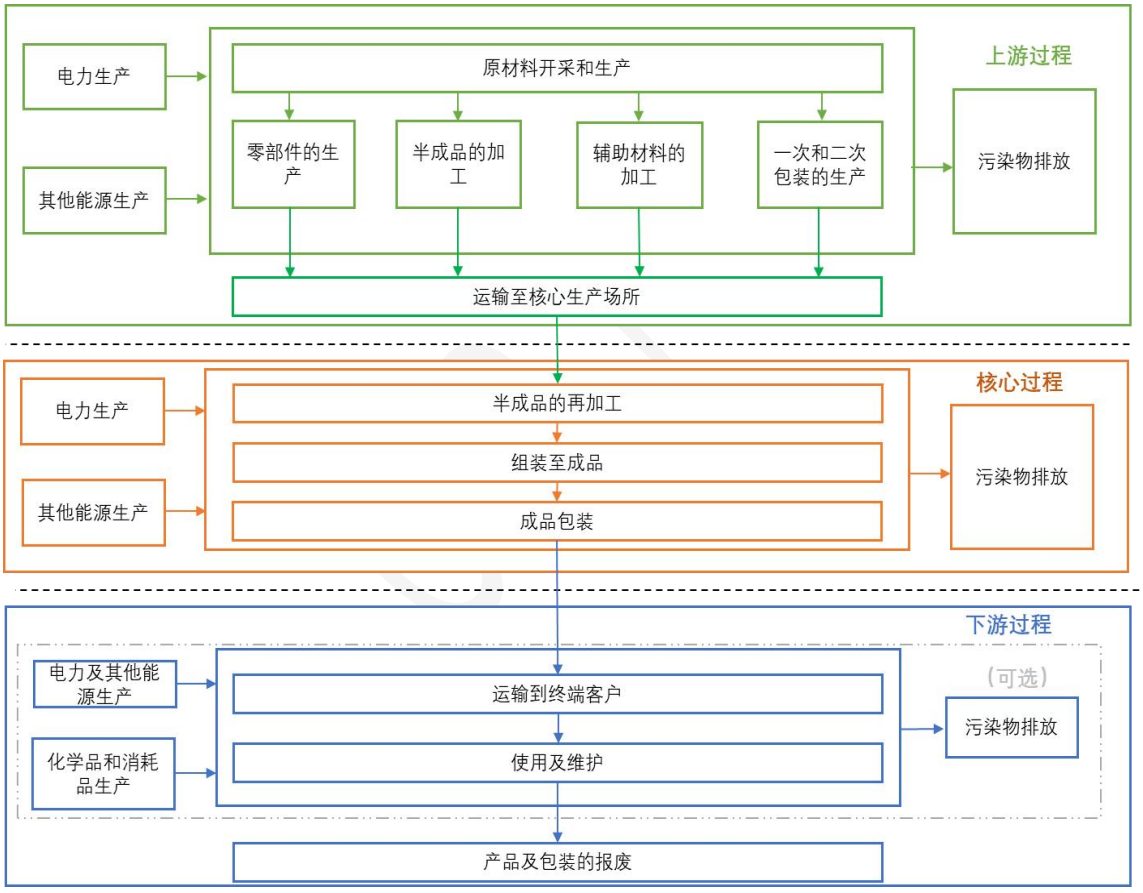

图 1 轴承产品生命周期系统边界图

轴承产品，其典型过程可包括以下子过程：

轴承：原材料加工（提取和制造）—内圈/外圈加工、滚子或滚动体加工、保持架（冲压或实心）加工-轴承组装-轴承包装-安装-使用-生命终末期。

轴承组合：原材料加工（提取和制造）-内圈/外圈加工、滚子或滚动体加工、保持架（冲压、实心、注塑等）加工、其他零件加工——轴承和所有零件组装-轴承组合包装-安装-使用-生命终末期。

内圈和外圈：原材料加工（提取和制造）-下料-锻造-球化退火-车加工-热处理-磨削-超精-最终检验-防锈-包装-安装-使用-生命终末期。

滚珠：原材料加工（提取和制造）-冷镦-切割、软磨-热处理-硬磨-超精-最终检验-防锈-包装-安装-使用-生命终末期。

滚动体：原材料加工（提取和制造）-冷镦-串环带及软磨-热处理-粗磨外径-粗磨端面-终磨端面-细磨外径-终磨外径-最终检验-防锈-包装-安装-使用-生命终末期。

金属保持架：原材料加工（提取和制造）—车内径、端面、倒角——钻孔（或拉孔、镗孔）——去毛刺-酸洗——最终检验-防锈-包装-安装-使用-生命终末期。

塑料保持架：原材料-缩聚生成固态树脂-造粒-原料检验-原料干燥-注塑成型-后处理及密封-检验-封装。

以滚动轴承为例，滚动轴承产品生命周期系统边界图如图2：

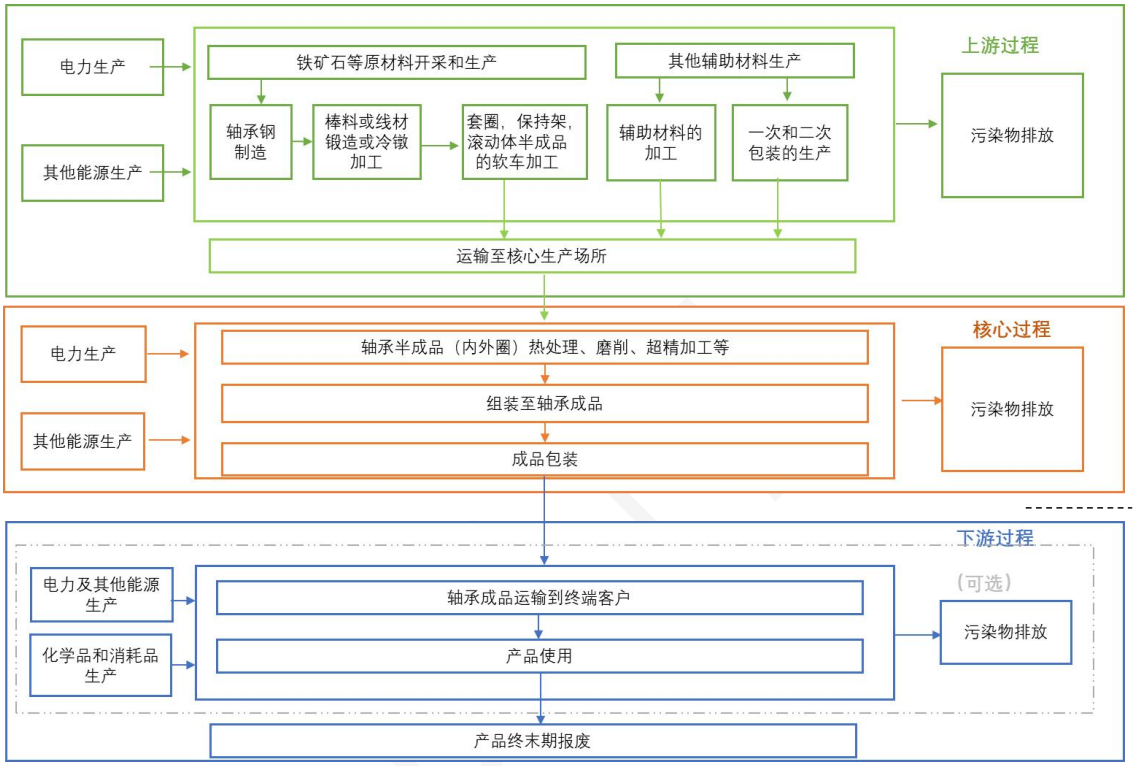

图 2 滚动轴承产品生命周期系统边界图

4.4.1 上游过程

上游过程包括以下单元过程：

——初始原材料的提取和制造；

——回收原材料的加工处理过程（如适用）；

——核心过程所需的辅助材料的制造；

——核心过程中所需的主要零部件的制造(如适用)；

——核心过程所需的半成品的制造（如适用）；

——分销及最终产品包装的制造（如适用）；

——上游生产过程中使用的电力和燃料、蒸汽和其他能源载体的生产；

——上游供应链及到核心过程的运输（如原材料，包装，核心过程所需的主要零部件和半成品等的运输）。

除了依据 5.1.2 数据取舍原则排除的部分，其他未列明的上游过程均可包括在内。

如适用，进入系统的原材料应分为：

——初始原材料

——回收原材料

如果产品系统中使用回收材料，采用下列方法核算：
——不应考虑与“前一个生命周期”相关的环境影响；
——应考虑回收材料用于新用途所需的加工过程影响。

4.4.2 核心过程

核心过程包括以下单元过程：
——零部件和半成品的进一步加工过程，如套圈的热处理，车加工，磨加工等（如适用）；
——制造厂内/厂间的运输；
——产品的组装过程；
——产品的包装过程（如适用）；
——核心过程中产生的直接排放（例如 VOC、颗粒物、NOx、SOx、废金属、氨氮、COD 等）；
——制造过程中废物的处理，包括运输及处置过程；
——核心过程中使用的电力，燃料、蒸汽和其他能源载体的生产。
除了依据5.1.2数据取舍原则排除的部分，其他未列明的核心过程均可包括在内。

4.4.3 下游过程

下游过程包括以下单元过程：
——将产品运输到分拨中心/分销平台/零售商/用户，直到最终使用者；；
——产品使用和维护活动，包括产品安装、克服摩擦损耗做功、润滑油脂的加注、产品维修等；
——下游过程中使用的电力，燃料、蒸汽和其他能源载体的生产（用于轴承和轴承单元使用中的摩擦功率损失）；
——产品寿终拆解/分类，轴承各零部件分离，分类，材料回收等（如适用）；
——废物处理过程中的运输（如运输至回收点，处置点等）；
——最终废物处理过程（例如填埋，焚烧，回收等），如果缺少相关的信息，其废物处理方式按照填埋计算；
——包装废弃物的处理（如适用）。

注2：其中轴承产品使用阶段克服摩擦损耗做功应按照ISO/TR 14179-2计算，计算方法见附录D。

5 生命周期清单分析

5.1 数据收集

5.1.1 数据类型

数据包括现场数据和非现场数据。

现场数据包括半成品再加工、轴承产品组装以及现场使用的原辅材料、蒸汽、热力、电力等能源数据，污染物排放以及运输（包括原辅材料、半成品、主要零部件等的运输方式、运输距离、运输荷载和运输量）等数据，对数据的获得方式和来源均应予以说明。

非现场数据包括原辅材料与能源开采生产的生命周期清单数据以及原材料运输所需的生命周期清单数据。

企业现场数据可按附录A中表A.1格式收集。

5.1.2 数据的取舍原则

数据取舍遵循原则如下：
a) 应包含所有能源输入；
b) 应包含主要原辅材料输入，产品生命周期中至少包含 95%的原辅材料质量；
c) 所有忽略的物质流、能量流与单元过程对环境影响的贡献总和不得超过 5%；
d) 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；
e) 应包含所有有毒有害物质；

f） 所有忽略的物质（能量）流均应予以说明。

5.1.3 数据使用规则

系统边界内的所有涉及单元过程，应在产品生命周期评价报告中评估现场数据，背景数据及替代数据的质量。

5.1.3.1 现场数据使用规则

核心过程应使用现场数据；
上下游过程应优先使用现场数据，数据不可得的情况下，可使用非现场数据。

5.1.3.2 非现场数据使用规则

非现场数据适用以下要求：
——数据集应归因 LCA 方法 ；
——参考年份应尽可能最新，如果用于Ⅲ型环境声明，应在其有效期内具有代表性；
——应在产品系统层面满足 5.1.2 中取舍规则要求；
——数据集应代表特定参考年份的平均值；
——基于数据计算的环境影响而言，数据的代表性应被评估为优于给定时间、技术和地理环境具有充分代表性的数据的±5%；
——如果满足上述数据质量要求的背景数据不可用，则可以使用替代数据，与替代数据相关的环境影响不得超过产品系统整体环境影响的 10%。

5.1.3.3 各生命周期阶段的数据质量要求和其他建模指南

5.1.3.3.1 上游过程

a） 产品制造商直接管理控制的上游过程和活动数据，应使用现场数据；
b） 其他上游过程和活动的数据，特别是轴承钢的生产，应优先现场收集，数据不可得的情况下，可使用非现场数据；
c） 从原材料、化学品、主要零部件和组件到制造工厂的运输数据应包括实际运输方式、与供应商的距离和运输荷载（如需要）。

5.1.3.3.2 核心过程

a） 生产现场数据包括应用于零部件和半成品的进一步加工，产品的组装以及现场消耗的蒸汽、热力、电力等能源相关数据，及现场环境排放等相关数据；
b） 废物处理过程应基于现场数据。

5.1.3.3.3 下游过程

a） 使用阶段的数据通常基于情景设定，但应优先使用现场数据，数据不可得的情况下，可使用非现场数据；
b） 使用阶段如果有排放，排放数据应基于测试记录，结合平均或典型产品验证使用（如适用，测试方法应得到国际认可）；
c） 产品向客户的运输数据应进行描述，并按以下优先顺序进行说明：
  1） 到特定客户或市场的实际运输方式和距离，能够代表环境声明的地理范围；
  2） 运输到多个客户或市场情况下，使用运输方式和距离的加权平均值代表环境声明的地理范围；
  3） 当无法取得实际运输数据时，则默认以下运输场景：a.国内产品运输：卡车运输 600 公里；b.大陆间产品运输：单段卡车运输 600 公里 + 火车运输 1 万公里；c.洲际间产品运输：单段卡车运输 600 公里 + 海运 2 万公里。
d） 轴承产品使用阶段克服摩擦损耗做功应按照 GB/Z 22559.2-2008 计算；

e） 润滑剂的使用、维护活动应基于测试记录、与平均或典型产品使用相结合的研究，或有关产品使用的建议手册。

5.1.4 数据质量要求

所有数据应代表相同的时间段，并予以详细说明，包括数据来源、数据时间代表性、数据技术代表性、数据地理代表性等。

现场数据对全球变暖潜能总指标（GWP）结果的贡献百分比应予以说明。

为了评估数据质量，尤其对背景数据，参考使用欧洲产品环境足迹（PEF）指南中提供的数据质量分级(DQR)标准，其中DQR计算公式（6）主要基于3个数据质量标准，具体每个数据质量详细说明见附录A中表A.2。

其中

$$DQR = (\mathrm{T_{er}}+\mathrm{G}_R+\mathrm{Ti}_R)/3 \quad \text{（1）}$$

$\mathrm{T_{er}}$— 技术代表性，

G_R— 地理代表性，

Ti_R— 时间代表性。

如果没有可用数据，DQR默认等于0。可根据下表来评估背景数据质量级别：

表 2 背景数据质量水平评估表

数据质量（DR）评估	数据质量水平
DQR≥3.5	质量优良
3.5≥DQR≥ 3	质量很好
3 ≥ DQR ≥2	质量好
2 ≥ DQR ≥ 1	质量尚可
1 ≥ DQR ≥ 0	质量差

5.2 清单分析

5.2.1 生命周期清单

生命周期清单类别包括：能源消耗、资源消耗、大气排放、水排放、固体废弃物排放等指标。因监测条件限制，缺失的数据应予以明确说明。其他未包括的因子，可参考相关标准进行添加。

表 3 轴承产品生命周期清单

类别	清单因子
能源消耗	总能耗（电能、热能、各种燃料等）
资源消耗	铁矿石，锰铁，镍，硅铁，钼铁，废钢，铬铁等原材料；润滑油，切削液等辅料
大气排放	颗粒物， VOCs，氮氧化物，二氧化硫等
温室气体排放	二氧化碳，甲烷，氧化亚氮等
污水排放	化学需氧量，悬浮物，氨氮，总氮，石油类，总磷等
固体废弃物排放（危废）	不可利用的废油，磨渣，废污泥等
固体废弃物排放（一般工业固废，并注明是否可回收）	废金属屑，加工边角料，包装材料等

5.2.2 电力数据清单要求

与用电有关的环境影响排放应包括：

——电力供应系统生命周期产生的环境排放，电力生产上游过程的排放（例如开采和运输发电机的燃料或者生物质的生产和加工使用燃料）；

——发电过程中的排放，包括输电和配电过程中的损失；

——下游排放（例如处理由核电发电机运行或从燃煤电厂处理灰烬产生的废物）。

——涉及绿色电力部分计算时需通过相应的分配或者是相应的文件证明绿色电力部分用于该产品的生产。

注3：购买和销售的加热和冷却能源以及压缩空气同样适用上述原则，且数据应避免重复计算。

5.3 计算程序

5.3.1 数据审定

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性。在数据的确认过程中发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

5.3.2 数据与单元过程的关联

对每个单元过程确定适当的基准流，并定量计算单元过程的输入和输出数据。当一个生产工序有多种产品时，单元过程数据需要进行分配。分配方法见5.3.5。

5.3.3 数据与功能单位的关联

将各个单元过程的输入输出数据转换为每功能单位的原材料消耗、能源消耗和环境排放。例如，将各个工序或单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到单位产品的原辅材料消耗、能源消耗和环境排放。

5.3.4 生命周期清单计算方法

生命周期清单数据是基本流在所定义的生命周期过程的累积，基本流是以功能单位为基准的环境负荷。基本流g的累积量按式（7）计算：

$$b_{T,F,g} = b_{F,g} + \sum a_i b_{i,g} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（2）$$

式中：

$b_{T,F,g}$—以功能单位 F 为基准的基本流 g 的累积量 T；

$b_{F,g}$—以功能单位 F 为基准的基本流 g 在产品生产过程的直接流量；

a_i—原辅料、能源等在产品系统中单元过程 i 每功能单位的直接消耗量；

$b_{i,g}$—基本流 g 在单元过程 i 的直接流量；

$\sum a_i b_{i,g}$—以功能单位为基准的基本流 g 在上游过程和下游过程的累积量，主要视研究边界所包含的单元过程而定。

5.3.5 数据分配

在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，则需要进行分配。分配的主要原则如下：

a) 尽量避免或减少分配；
b) 优先使用反映其物理关系的方式来进行分配，如产品的重量；
c) 不能确定或使用物理关系作为分配依据时，可以用经济关系来进行分配，如产品产值或利润比例关系等；
d) 若使用其他分配方法时，须提供所使用参数的基础及计算说明；
e) 评价过程中涉及分配方法应在Ⅲ型环境声明中予以明确说明。

本文件中分配分为共生产品分配和废物处理的分配。

5.3.5.1 共生产品的分配

共生产品分配应遵循以下优先级进行分配：

a) 尽量避免分配，如果可能，应通过将要分配的过程划分为子过程并收集每个子过程的清单数据来避免分配；
b) 如果无法避免分配，清单数据应在不同副产品之间进行划分，以反映它们之间潜在的物理关系；

c） 如果无法建立清单数据与共生产品交付之间的物理关系，则应以反映它们之间其他关系的方式在共生产品之间分配库存数据。例如，清单数据可能会按其经济价值的比例在共生产品之间分配。如果使用经济分配，则应在 LCA 报告中包括探索经济价值选择影响的敏感性分析。

5.3.5.2 废物处理过程的分配

废物分配应遵循污染者付费原则且遵循废物处理过程应分配给产生废物的产品系统，直到达到废物生命终末期。当满足废弃物终末期的所有以下标准时，即为废物终末期状态：

a） 用于特定目的回收的材料、部件或产品；
b） 基于市场需求，例如由于显著的经济价值，导致这种回收材料、部件或产品存在；
c） 回收的材料、部件或产品满足特定用途的技术要求，并符合适用于产品的现行法规和标准；
d） 使用回收的材料、产品或建筑材料不会导致整体不利的环境或人类健康影响。

6 生命周期影响评价

6.1 影响类型选取

根据轴承产品系统的特点，轴承产品生命周期影响评价的环境影响类型应包括：全球变暖潜能（GWP）、酸化潜能（AP）、臭氧层消耗（ODP）、富营养化（EP）、光化学氧化（POCP）、化石资源的非生物消耗潜能（ADP）、矿物和金属(非化石资源)的非生物消耗潜能（ADP）、水资源消耗潜能（WDP）等8类指标。

在Ⅲ型环境声明中，应包括附录E要求的所有内容。

6.2 生命周期清单因子归类

归类是根据清单因子的物理化学性质，将对影响类型有贡献的因子归到一起的过程。根据轴承产品系统的特点，重点考虑生命周期环境影响评价清单因子，归类列入上述6.1的各影响类型。

6.3 分类评价

分类评价是定量计算影响类型的类型指标。同质量的不同负荷因子对同一种影响类型的贡献潜力不一样，转化为统一度量需要借助于特征化模型，分类评价结果采用当量物质表示。

分类评价按式（8）计算：

$$C_j = \sum_i Q_{ji} \times m_i \quad \text{（3）}$$

式中：

C_j — 影响类型j的计算结果；

m_i — 生命周期清单因子i的清单结果；

Q_{ji} —生命周期清单因子i对影响类型j的特征化因子。

6.4 循环再利用环境收益计算

轴承产品可持续性的一个关键特征是其固有的可回收性，且不因回收再利用而降低产品价值。本产品种类规则鼓励提供废轴承循环利用的环境收益信息。这种做法可支撑下游用户衡量轴承产品环境特性的各个方面，特别是更全面评价钢铁产品对未来资源可持续性的贡献。

针对轴承生命终末期的环境收益，报告应列明产品所有材料生命终末期情景及相关数据使用情况，如 1）产品，材料处置过程（没有能源回收的焚烧，填埋）；2）产品/材料回用（再利用，回收，含能源回收的焚烧等）。

报告应识别和阐明近似或者任何排除在生命终末期阶段之外的信息，且应在附加环境信息中体现，具体生命终末期及环境收益计算见附录 F。

废钢等材料再利用的过程不包含在轴承生命终末期过程中。

6.5 敏感性分析

LCA 分析中如果包括假设数据，情景设定，经济价值分配等情形，应进行相应的敏感性分析。

6.6 附加环境信息

除上述报告的指标外，其它相关的重要环境信息，如采用的清洁生产工艺、节能减排技术、轴承再制造、产品环境特性、企业环境管理等可以在附加环境信息中进行描述。

7 支持Ⅲ型环境声明报告的要素

应用本文件可进行轴承产品的Ⅲ型环境声明报告，依据本文件制作的Ⅲ型环境声明包括以下内容：

a) 公司/组织的描述：
   1) 联系人、地址、电话、传真、e-mail；
   2) 生产过程或环境工作的特别信息。
b) 产品或服务的描述：
   1) 产品名称；
   2) 产品功能用途；
   3) 产品化学成分；
   4) 产品技术性能（产品重量，内径/外径，宽度，额定荷载，额定转速，应用场景，设计使用寿命/参考使用寿命等）；
   5) 产品制造、运输和安全使用信息。
c) 报告的有效期。
d) 产品的可追溯性（产品编号，能够辨识生产批次，追溯生产信息、质量记录等信息） 。
e) 生命周期评价信息：
   1) 功能单位；
   2) 系统边界；
   3) 数据的描述；
   4) 数据的取舍准则；
   5) 数据质量（含背景数据质量的评估等）；
   6) 数据收集；
   7) 计算程序；
   8) 环境影响；
   9) 附加环境信息。
f) 评价的验证：
   1) 验证机构；
   2) 验证结论。
g) 验证

提出Ⅲ型环境声明的组织应确保数据得到第三方独立验证，验证信息应包含：

公司/组织的描述：公司/组织的名称、生产地点、联系人、联系方式等信息，与生产过程相关的资讯，以及与环境工作相关的特别信息（如环境管理体系认证），也可以包括企业/组织想要突出的特定主题，例如产品符合某些环境准则，或与环境安全与卫生相关的资讯。

1) 第三方验证机构的描述：第三方验证机构的名称、地址、联系人、联系方式等信息。同时应提供报告审核员、验证过程所遵循的本文件、验证报告有效期等相关信息。
2) 验证内容：

产品种类规则的评审应确保产品种类规则：

——已按照 GB/T24040-2008 系列标准和 GB/T24025-2009 标准制定；

——满足Ⅲ型环境声明通用计划指南；

——所列出的基于 LCA 的数据以及附加环境信息对产品的重要环境因素做出了描述。

数据的独立验证。应对来自 LCA、LCI、信息模块的数据以及附加环境信息进行独立验证，包括数据覆盖范围、逻辑性、 质量、准确性、完整性、代表性、一致性、可再现性、来源和不确定性等。

III型环境声明的独立验证。应确保III型环境声明符合：

——GB/T24020-2000 和 GB/T24025-2009 的相关要求；

——III型环境声明通用计划指南；

——现行的和相关的产品种类规则。

h) 可比性

当根据本文件制作III型环境声明用于比较时，应满足文件中 4、5、6 章的要求，对于缺失的数据应予以说明。

附 录 A
（资料性）
轴承产品生命周期评价过程表示例

表A.1给出了轴承产品生命周期评价过程表示例。

表 A.1 数据收集表示例

数据收集原则	数据收集表中的数据都以一套/件产品为单元进行收集。							
功能单位	一套/件（应用于某行业场景）（参考使用寿命）的轴承产品 一套/件（设计使用寿命）的轴承产品							
		轴承钢	支架	滚珠	包装	总重	数据提供方	备注
铁 Fe	例：kg							
锰 Mn								
铬 Cr								
硅 Si								
铜 copper								
铝 alluminium								
碳								
冷镀锌								
木头 wood								
…								
原材料总重								
模块设计重量								
辅料（如：生产过程使用的化学品等等）								
水 Water	例如 kg							
油脂；润滑油 grease								
防锈油								
液压油 hydrolic oil								
精研油								
切削油 cutting fluid								
…								
能源使用 Energy								
电能								
柴油								
热能								
蒸汽(外购）								
天然气（外购）								
是否购买绿电及凭证								
工厂可再生能源产量								
…								
Emissions 污染物排放								
废气 Air emissions								
CO2 二氧化碳								
CO 一氧化碳								
NOx 氮氧化合物								
SO2 二氧化硫								

数据收集原则	数据收集表中的数据都以一套/件产品为单元进行收集。
功能单位	一套/件（应用于某行业场景）（参考使用寿命）的轴承产品 一套/件（设计使用寿命）的轴承产品

		轴承钢	支架	滚珠	包装	总重	数据提供方	备注
Non-methane-VOC (specify) 非甲烷-挥发性有机物(列举)								
Particles (specify sizes) 颗粒物(列举种类)								
soot 烟尘								
…								
废水 Water emissions								
COD 生物需氧量								
BOD 生化需氧量								
Tot-N 氨氮								
Tot-P 总磷								
SS 悬浮物								
Cr 铬								
Fe 铁								
Ni 镍								
Zn 锌								
…								
固体废物 Solid waste								
有毒有害废物（指明主要材料）								
1）污泥								
2）切削废渣								
3）废砂轮末								
4）废油及油抹布								
5）废清洗液								
6）废酸								
7）其它								
…								
一般固体废弃物								
1）废金属屑/渣								
2）废包装材料								
3）其它								
…								
可回收固体废弃物								
…								

表A.2以III型环境声明（环境产品声明）为例的背景数据的数据质量分级（DQR）。

表 A.2 数据质量分级（DQR）

得分	时间代表性（Ti_R）	技术代表性（T_{er}）	地理信息代表性（G_R）
5	环境产品声明报告发布日期在数据集的有效期内。	环境产品声明研究中使用的技术与本研究中使用的技术完全相同。	环境产品声明研究中模拟的过程发生在数据集有效的国家。
4	环境产品声明报告发布日期不晚于数据集有效期后的2年。	环境产品声明研究中使用的技术涵盖在数据集范围内的技术组合中。	研究模拟的过程发生在数据集有效的地理区域（例如:中国）。
3	环境产品声明报告发布日期不晚于数据集有效期后的4年。	环境产品声明研究中使用的技术仅部分涵盖在数据集的范围内。	环境产品声明研究中模拟的过程发生在数据集有效的地理区域之一。
2	环境产品声明报告发布日期不晚于数据集有效期后的6年。	环境产品声明研究中使用的技术与数据集范围内的技术类似。	环境产品声明研究中模拟的过程发生在数据集有效的地理区域以外的国家，但根据专家判断具有足够的相似性。
1	环境产品声明报告发布日期晚于数据集有效期后的6年。	环境产品声明研究中使用的技术与数据集范围内的技术不同。	环境产品声明研究中模拟的过程发生在与数据集有效的国家不同的国家。

附 录 B

（资料性）

部分行业参考使用寿命

表 B.1 部分行业滚动轴承参考使用寿命表

行业类型	使用年限
风电（海上风电）	20 年（25 年）
冶金工业	7 年
汽车/电动车	15 年
铁路	15 年
物流	10 年
其他工业行业	10 年

表 B.2 部分行业滑动轴承参考使用寿命表

行业类型	使用年限
风电（海上风电）	20 年（25 年）
冶金工业	15 年
重工业	5 年
铁路	2 年
其他行业（一般工业，物流行业）	10 年

表 B.3 部分行业其他轴承（如磁浮轴承）参考使用寿命表

行业类型	使用年限
发电行业	20 年
流体行业	20 年
高速电机	20 年

附 录 C
（资料性）
滚动轴承设计使用寿命计算

滚动轴承参照GB/T 6391-2010计算基本额定使用寿命。
径向球轴承的设计使用寿命按式（1）计算:

$$L_{10} = \left(\frac{Cr}{Pr}\right)^3 \quad \text{（C.1）}$$

式中
Cr — 基本动态额定负载，单位为牛顿（N）；
Pr — 动态等效负载，单位为牛顿（N）；

推力球轴承的设计使用寿命按式（2）计算:

$$L_{10} = \left(\frac{Ca}{Pa}\right)^3 \quad \text{（C.2）}$$

Ca—额定荷载，单位为牛顿（N）；
Pa—等效荷载，单位为牛顿（N）；
径向滚子轴承的设计使用寿命按式（3）计算:

$$L_{10} = \left(\frac{Cr}{Pr}\right)^{10/3} \quad \text{（C.3）}$$

Cr: —额定荷载，单位为牛顿（N）；
Pr: —等效荷载，单位为牛顿（N）；
推力滚子轴承的设计使用寿命按式（4）计算:

$$L_{10} = \left(\frac{Ca}{Pa}\right)^{10/3} \quad \text{（C.4）}$$

Ca—额定荷载，单位为牛顿（N）；
Pa—等效荷载，单位为牛顿（N）；

$L_{10,\,\mathrm{hours}}$ 计算如下（5）公式:

$$L_{10,\,\mathrm{hours}} = \frac{L_{10}}{60n} \times 10^6 \quad \text{（C.5）}$$

n,转动速度， rpm.

附 录 D
（资料性）
轴承产品下游阶段转动做功的能耗损失计算

摩擦损耗做功应按照GB/Z 22559.2-2008计算，根据不同轴承种类分类如下。

单一设计载荷：

对于应用场景和工况较单一的轴承，对设计载荷下的轴承摩擦力矩按照GB/Z 22559.2-2008的要求计算。轴承使用阶段的摩擦力矩应包含润滑油脂的摩擦力矩，轴承本身转动的摩擦力矩及圆柱滚子挡边摩擦力矩:

$$T_{VL} = T_{VL0} + T_{VLP1} + T_{VLP2} \quad \text{（D.1）}$$

式中：

T_{VL}—（bearing loss torque）设计载荷下轴承整体的摩擦力矩,Nmm；

T_{VL0}—（viscous friction）—设计载荷下润滑油脂的摩擦力矩, Nmm；

T_{VLP1}—(load dependent drag friction)—设计载荷下的轴承自身摩擦力矩, Nmm；

T_{VLP2}—(cylindrical roller rib friction）—设计载荷下圆柱滚子的挡边摩擦力矩，一般径向负载轴承T_{VLP2}为0。

轴承转动的能耗损失按照下式进行：

$$P_{VL} = \omega T_{VL} = T_{VL}\left(\frac{\pi n}{30}\right) \quad \text{（D.2）}$$

式中：

P_{VL}—轴承整体的能耗损失,W。

T_{VL}—轴承的摩擦力矩，Nmm。

ω—轴承转动角速度，rad/s。

N—轴承转动转速，rpm。

多载荷谱：

对于部分应用场景复杂多变的轴承，考虑对全载荷谱进行摩擦力矩计算，即

$$T_{VL} = \sum_{i=1}^{n} T_{VL,i} + \sum_{i=1}^{n} T_{VLP,i} \quad \text{（D.3）}$$

式中：

T_{VL}—在全载荷谱下轴承整体的摩擦力矩,Nmm；

$T_{VL,i}$—（viscous friction）—全载荷谱下润滑油脂的摩擦力矩, Nmm；

$T_{VLP,i}$—(load dependent drag friction)—全载荷谱下的轴承自身+圆柱滚子挡边摩擦力矩。

轴承转动的能耗损失按照下式进行：

$$P_{VL} = \sum_{i=1}^{bearing} (T_{VLi}\,\omega_i) = \sum_{i=1}^{bearing} \left(T_{VLi}\frac{\pi n_i}{30}\right) \quad \text{（D.4）}$$

式中：

P_{VL}—全载荷谱下轴承整体的能耗损失,W。

T_{VLi}—全载荷谱下轴承的摩擦力矩，Nmm。

ω—轴承转动角速度，rad/s。

n_i—轴承转动转速，rpm。

附 录 E
（资料性）
环境影响评价表

表E. 1给出了环境影响评价表内容。

表 E. 1 环境影响评价表

因子	单位	方法学
环境影响		
全球变暖潜能总计, GWP - total	kg CO_2 eq.	IPCC baseline, 100 years, 2013
全球变暖潜能化石, GWP – fossil	kg CO_2 eq.	IPCC baseline, 100 years, 2013
全球变暖潜能生物基, GWP – biogenic	kg CO_2 eq.	IPCC baseline, 100 years, 2013
全球变暖潜能土地使用和变化, GWP – LULUC	kg CO_2 eq.	IPCC baseline, 100 years, 2013
平流层臭氧层的消耗潜力, ODP	kg CFC-11 eq.	Steady-state ODPs, WMO 2014
酸化潜力, AP	Mol H^+ eq.	Accumulated Exceedance, Seppälä et al. 2006, Posch et al., 2008
富营养化潜能，达到淡水的营养成分,EP-freshwater	kg P eq.	EUTREND model, Struijs et al., 2009b, as implemented in ReCiPe
富营养化潜能，达到淡水的营养成分, EP - marine	kg N eq.	EUTREND model, Struijs et al., 2009b, as implemented in ReCiPe
富营养化潜力，累积超标, EP-terrestrial	mol N eq.	Accumulated Exceedance, Seppälä et al. 2006, Posch et al. 2008
光化学臭氧形成	kg NMVOC eq.	LOTOS-EUROS ,Van Zelm et al., 2008, as applied in ReCiPe
非化石资源的非生物耗竭潜力, ADP- minerals & metals	kg Sb eq.	CML 2002, Guinée et al., 2002, and van
化石资源的非生物耗竭潜，ADP-fossil fuels	MJ, net calorific value	CML 2002, Guinée et al., 2002, and van
水资源耗竭潜能, WDP	m^3 world eq. deprived	Available WAter REmaining (AWARE), Boulay et al., 2016
资源使用		
可再生一次能源使用，不包括用作原料的可再生一次能源(PERE)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
可再生一次能源使用作为原料(PERM)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
可再生一次能源资源使用总量(PERT)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
不可再生一次能源使用，不包括用作原料的不可再生一次能源(PENRE) (1)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
不可再生一次能源使用作为原料(PENRM)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
不可再生一次能源资源使用总量(PENRT)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
二次材料、水和能源资源使用的指标		
二次材料的使用(SM)	kg	Based on LCI data
可再生二次燃料使用(RSF)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
不可再生的二次燃料使用(NRSF)	MJ, net calorific value	Based on LCI data
淡水净用量(FW)	m^3	Based on LCI data
废物		
危险废弃物处置(HWD)	kg	Based on LCI data
工业废物处置(NHWD)	kg	Based on LCI data
放射性废物处置(RWD)	kg	Based on LCI data

其他因子		
产品中生物炭的含量, expressed in kg of C,	kg	
产品包装中生物炭的含量, expressed in kg of C	kg	

附 录 F
（资料性）
生命终末期及环境收益计算

表 F.1 计算公式

生命周期阶段	公式		举例如1kg产品有30%的回收材料
生产	初级原材料输入相关的影响	$\sum_{i=1}^{n}(1-R_{1i})M_i E_{PMi}$	70%*1kg*模型（原材料生产的影响）
	回收原材料输入相关的影响	$\sum_{i=1}^{n}(1-R_{1i})M_i E_{MRafter（PSi）}$	30%*1kg*模型（各种生命周期阶段回收后替代的材料产生的影响主要是回收材料再生过程中的交通，和产品制造过程）
生命终末期	生命终末期材料回收产生的影响	$\sum_{i=1}^{n}R_{2i}M_i E_{MRincluding（PSi）}$	1kg*模型（没有收益的生命终末期材料）
	生命终末期能源回收产生的影响	$\sum_{i=1}^{n}R_{3i}M_i E_{MRincluding（PSi）}$	
	生命终末期处置产生的影响	$\sum_{i=1}^{n}(1-R_{2i}-R_{3i})M_i E_{P（i）}$	
	生命终末期材料和能源输出的净影响	$\sum_{i=1}^{n}-R_{2i}M_i E_{PMi} - R_{3i}M_i E_{SEi} + R_{1i}M_i E_{PMi}$	1kg*-(模型（伴有收益声明终末期的材料））-模型（伴有收益生命终末期的能源）+30%*1kg*模型（原材料制造阶段的影响）

表 F.2 R1，R2，R3 默认值

生命终末期材料因子		材料回收（R_1）	材料回收率（R_2）	能源回收率（R_3）	处置率（1-R_2-R_3）填埋或者没有能源回收的焚烧
金属	钢铁	0 %	80 %	0 %	20 %
	其他有色金属	0 %	80 %	0 %	20 %
	铝	0 %	70%	0 %	30 %
	铜	0 %	60%	0 %	40%
	其他非有色金属	0 %	60%	0 %	40%
塑料	聚丙烯（PP）	0 %	20%	40%	40%
	聚苯乙烯（PS）	0 %	20%	40%	40%
	ABS	0 %	20%	40%	40%
	聚氨酯泡棉（PU泡棉）	0 %	0 %	50%	50%
	橡胶	0 %	0 %	50%	50%

生命终末期材料因子		材料回收（R_1）	材料回收率（R_2）	能源回收率（R_3）	处置率（1-R_2-R_3）填埋或者没有能源回收的焚烧
	其他塑料	0 %	0 %	50%	50%
矿物质	玻璃	0 %	60%	0 %	40%
	混凝土	0 %	0 %	0 %	100%
	其他矿物质	0 %	0 %	0 %	100%
其他	油	0 %	70 %	0 %	30%
	木材	0 %	0 %	50%	50%
	沥青	0 %	0 %	30%	70%

表中

R_{1i}—从上一个系统回收的材料i在产品生产过程中的投入比例。

R_{2i}—生命终末期材料i的材料回收的比例。

R_{3i}—生命终末期材料i的能量回用的比例。

M_i—材料i的重量。

E_{PMi}—生产(提取、处理、转化等)原材料i所产生的输入和输出。

PS_i—一个分析单元。

$E_{MRincluding（PSi）}$—从废弃收集点到回收点，材料i回收过程的输入和输出，包括回收过程。

$E_{MRafter（PSi）}$—从回收点处理后，材料i再利用过程的输入输出，不包括回收过程。

E_{SEi}—从废弃收集点到处置点，能量回用过程（例如焚烧能量回用，填埋能量回用等）的输入和输出，包括回收过程。

$E_{P(i)}$—不含能量回用过程的材料i，最终处置过程的输入和输出。

参 考 文 献

[1] PCR 2014:10 Fabricated steel products, except construction products, machinery and equipment

[2] PCR 2015:03 Basic iron or steel products & special steels, except construction steel products

[3] NPCR 013 Part B for steel and aluminium construction products (references to EN15804+A2)

[4] NPCR 013 Part B for steel and aluminium construction products

[5] PEFCR 2019-06-28 for Metal Sheets for Various Applications

[6] PEP PCR-ed4-EN-2021 09 06 Product Category Rules for Electrical, Electronic and HVAC-R Products

[7] ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification

[8] General programme instruction for the international EPD® SYSTEM.

[9] EN_15804_2012_A2.Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products