

T/HGMIF

湖南省绿色制造产业联合会团体标准

T/HGMIF 011—2022

绿色设计产品评价技术规范 双馈式风电变流器

Technical specification for green-design product assessment
Double-Fed Wind Power Converter

2022 – 09 – 09 发布

2022 – 09 – 13 实施

湖南省绿色制造产业联合会 发布

目 次

前 言..... II

1 范围..... 3

2 规范性引用文件..... 3

3 术语和定义..... 3

4 评价要求..... 4

5 产品生命周期评价报告编制方法..... 6

6 评价方法..... 7

附 录 A （规范性） 指标计算方法..... 8

附 录 B （规范性） 双馈式风电变流器产品生命周期评价方法..... 9

附 录 C （规范性） 生命周期现场数据收集清单表..... 15

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。

本文件由株洲中车时代电气股份有限公司提出。

本文件由湖南省绿色制造产业联合会归口。

本文件起草单位：株洲中车时代电气股份有限公司、株洲变流技术国家工程研究中心有限公司、湖南省绿色制造产业联合会、一都科技有限公司。

本文件主要起草人：易卫华、刘斐、彭赞、陈龙、余岳、陈明、邓霆、姚青、汤冰。

绿色设计产品评价技术规范

双馈式风电变流器

1 范围

本文件规定了双馈式风电变流器绿色设计产品的评价原则和方法、产品的评价指标要求以及产品生命周期评价报告编制方法。

本文件适用于双馈式风电变流器绿色设计产品的评价。

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 191 包装储运图示标志
GB/T 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性限值和测量方法
GB 8978 污水综合排放标准
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB/T 18455 包装回收标志
GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
GB/T 19001 质量管理体系 要求
GB/T 19963 风电场接入电力系统技术规定
GB/T 20320 风力发电机组 电能质量测量和评估方法
GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
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 25388.1 风力发电机组 双馈式变流器 第1部分：技术条件
GB/T 25388.2 风力发电机组 双馈式变流器 第2部分：试验方法
GB/T 32161 生态设计产品评价通则
GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南
NB/T 31096 高原风力发电机组用双馈式变流器技术要求

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 25388、GB/T 19963界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双馈式风电变流器 double-fed wind power converter

应用于并网型风力发电机组的双馈式变流器。

3.2

双馈式变流器 double-fed converter

由电机侧变流器、直流环节以及电网侧变流器组成，实现能量的双向流动。

[GB/T 25388.1，定义3.1.4]

3.3

(电磁) 辐射 (electromagnetic) radiation

- a) 能量以电磁波形式由源发射到空间的现象。
- b) 能量以电磁波形式在空间传播。

[GB/T 4824, 定义 3.9]

3.4

生态设计 eco-design

按照全生命周期的理念, 在产品的设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响, 力求产品在全生命周期中最大限度降低资源消耗、尽可能少用或不用含有有毒有害物质的原材料, 减少污染物产生和排放, 从而实现环境保护的活动。

[GB/T 32161, 定义 3.2]

3.5

生态设计产品 eco-design product

符合生态设计理念和评价要求的产品。

[GB/T 32161, 定义 3.3]

4 评价要求

4.1 基本要求

4.1.1 生产企业要求

- a) 生产企业近三年无重大质量、安全和环境事故。
- b) 生产企业的污染物排放应达到国家GB 16297或地方污染物排放标准的要求。
- c) 生产企业应采用国家鼓励的先进工艺, 不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质。
- d) 生产企业应具备产品生产能力相适应的生产设备、检测试验设备, 具有安全生产许可证。
- e) 生产企业应按照GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 45001 (或ISO等效标准) 的要求分别建立并有效运行质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系; 开展能耗、物耗考核并建立考核制度, 按照 GB/T 23331建立并运行能源管理体系。
- f) 生产企业固体废物应有专门的贮存场所, 避免扬散、流失和渗漏; 合理利用和无害化处理固体废物; 危险废弃物应符合GB 18597标准要求, 且交由专门机构处理。

4.1.2 产品要求

- a) 产品性能、质量、安全应符合 GB/T 25388.1、NB/T 31096—2016 标准的规定, 产品执行企业标准的技术要求应优于国家标准、行业标准的相关要求。
- b) 产品包装符合 GB/T 13384 规定的质量要求, 包装储运图示标志符合 GB/T 191、GB/T 18455 等国家标准的要求。
- c) 产品不得过度包装, 产品包装应使用可回收或可降解的材料。

4.2 评价指标与要求

指标体系由一级指标和二级指标组成, 一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。二级指标四类属性指标中具体评价项目, 包括了指标名称、单位、基准值、判定依据、所属阶段等。双馈式风电变流器评价指标要求见表1。

表1 双馈式风电变流器评价指标要求

一级指标	二级指标		单位	基准值	判定依据	所属阶段
资源属性	金属材料利用率		%	≥90	按附录A.1进行计算，并提供证明材料。	产品生产
	产品包装		%	采用可循环使用或可降解材料≥80	提供相关证明材料。	资源获取
			%	产品包装材料利用率≥97		产品生产
能源属性	单位产品综合能耗		kgce/MW	≤600	按附录A.2进行计算，并提供证明材料。	产品生产和调试试验
环境属性	有组织大气污染物排放	挥发性有机物（VOCs）排放浓度	mg/m ³	≤40	按GB 16297进行检测，并提供检测报告。	产品生产
		苯排放浓度	mg/m ³	≤6		
		甲苯排放浓度	mg/m ³	≤20		
		二甲苯排放浓度	mg/m ³	≤35		
		非甲烷总烃排放浓度	mg/m ³	≤60		
		颗粒物排放浓度	mg/m ³	≤60		
		铅排放浓度	mg/m ³	≤0.35		
		VOCs、苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃、颗粒物、铅排放速率	-	不大于GB 16297表2中二级限值的50%		
	水污染物排放	化学需氧量（COD）	mg/L	≤50	按GB 8978进行检测，并提供检测报告。	产品生产
		氨氮	mg/L	≤7.5	按GB 8978进行检测，并提供检测报告。	产品生产
		总铬	mg/L	≤0.75		
		六价铬	mg/L	≤0.25		
		总镉	mg/L	≤0.05		
		总铅	mg/L	≤0.5		
	工厂噪声		dB（A）	≤60（昼间） ≤50（夜间）	按GB 12348进行检测，并提供检测报告。	产品生产和调试试验
	工业固体废物综合利用率		%	≥90	按附录A.3进行计算，并提供证明材料。	产品生产和报废处理
产品属性	额定转速时转化效率		%	≥98（额定功率） ≥97（50%额定功率） ≥90（10%额定功率）	按GB/T 25388进行检测，并提供检测报告。	产品使用
	（电磁）辐射	传导骚扰限值	-	满足GB 4824标准1组A类要求。	按GB 4824进行检测，并提供检测报告。	产品使用
		电磁辐射骚扰限值	-			
	噪声		dB	≤80（风冷型） ≤75（水冷型）	按GB/T 25388进行检测，并提供检测报告。	产品使用
	寿命		年	≥25	提供相关证明材料。	产品使用
	MTBF（平均无故障时间）		小时	≥20000（计算值）	提供相关证明材料。	产品使用

4.3 指标计算方法

按本文件附录A进行指标计算。

5 产品生命周期评价报告编制方法

5.1 方法

依据附录B中双馈式风电变流器生命周期评价方法编制产品生命周期评价报告。

5.2 报告内容框架

5.2.1 基本信息

5.2.1.1 报告应提供报告信息、企业信息、评估对象信息、采用的标准信息等基本信息，其中报告信息包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期、报告期等，企业信息包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式等，评估对象信息包括产品型号、类型，主要技术参数，采用标准信息包括标准名称及标准编号等。

5.2.1.2 报告中应标注产品的主要技术参数和功能，主要技术参数包括规格型号、转换效率、噪声、生产厂家等。产品重量、包装的大小和材质也应在生命周期评价报告中阐明。

5.2.1.3 报告中应包括但不限于以下方面的内容：

- 企业采用的先进技术、工艺和装备；
- 企业在节能、节水、减排、资源综合利用等方面的措施；
- 企业在产品开发及节能减排方面的研发成果及专利；
- 其它情况。

5.2.2 符合性评价

报告中应提供对基本要求和评价指标要求的符合性情况，并提供所有评价指标报告期改进情况的说明。其中报告期为当前评价的年份，一般是指产品参与评价年份的上一年；基期为一个对照年份，一般比报告期提前一年。

5.2.3 生命周期评价

5.2.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象、功能单位和产品主要功能，提供双馈式风电变流器的原辅材料组成及主要技术参数表，绘制并说明双馈式风电变流器的系统边界，披露所使用的软件工具。

5.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供所考虑的生命周期阶段，说明每个阶段所包含的各项消耗、排放清单数据以及生命周期模型所使用的背景数据，涉及到分配的情况应说明分配方法和分配系数。

5.2.3.3 生命周期影响评价

报告中应提供产品生命周期各阶段的不同影响类型的特征化值，并对不同影响类型在各生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

5.2.3.4 绿色设计改进方案

在分析指标的符合性评价结果以及生命周期评价结果的基础上，提出双馈式风电变流器绿色设计改进的具体方案。

5.2.4 评价报告主要结论

应说明产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果和提出的改进方案，并根据评价结论初步判定该产品是否为绿色设计产品。

5.2.5 附件

应在报告附件中提供，包括但不限于以下内容：

- a) 产品清单；
- b) 产品生产原辅材料清单；
- c) 各单元过程的数据收集表；
- d) 其他。

6 评价方法

本文件采用指标评价与生命周期评价相结合的方法，同时满足以下条件的双馈式风电变流器可称为绿色设计产品：

- a) 满足 4.1 基本要求和 4.2 评价指标与要求，并提供相关符合性证明文件；
- b) 开展产品生命周期评价，并按第 5 章的要求提供产品生命周期评价报告。

附录 A (规范性) 指标计算方法

A.1 钢材、铜材利用率

钢材、铜材利用率，按式 (A.1) 计算：

$$V_j = \frac{M_c}{M_g} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

V_j ——钢材、铜材利用率，单位为 (%)；

M_c ——在一定计量时间内企业消耗钢材的重量，单位为吨(t)；

M_g ——在一定计量时间(一般为 1 年，现场数据采集为 12个月)内企业废弃钢材（包括不能再利用的边角、切削碎屑等）的重量，单位为吨(t)。

A.2 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗按式 (A.2) 计算：

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

E_{ui} ——单位产品综合能耗，单位为千克标准煤/MW (kgce/MW)；

E_i ——统计期内，产品生产实际消耗的各种能源实物量，单位为千克标准煤 (kgce)；

Q ——统计期内的合格产品量，单位为MW。

A.3 工业固体废物综合利用率

工业固体废物综合利用率按式 (A.3) 计算：

$$K_r = \frac{Z_r}{Z+Z_w} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

K_r ——工业固体废物综合利用率 (%)；

Z_r ——统计期内，工业固体废物综合利用量，单位为吨 (t)；

Z ——统计期内，工业固体废物产生量，单位为吨 (t)；

Z_w ——综合利用往年储存量，单位为吨 (t)。

附录 B (规范性) 双馈式风电变流器产品生命周期评价方法

B.1 概述

本附录依据GB/T 24040和GB/T 24044制定，建立双馈式风电变流器产品的生命周期评价方法。双馈式风电变流器产品生命周期评价的过程应包括：

- a) 目的和范围的确定：研究确定评价双馈式风电变流器产品的目的，确定双馈式风电变流器的功能单位，界定系统边界和时间边界，明确影响类型、必备要素和可选要素，提出数据及质量要求，给出评价报告的形式；
- b) 清单分析：主要包括数据收集准备、数据的收集、数据的确认、数据与单元过程的关联、数据与功能单位的关联、清算计算方法、数据合并、数据的分配等；
- c) 影响评价：选取影响类型、类型参数和特征化模型，将生命周期清单数据划分到所选的影响类型，计算类型特征化值；
- d) 解释和报告：综合考虑清单分析和影响评价，对评价结果进行完整性、敏感性、一致性和不确定性检查，并对结论、建议和局限性进行说明，编制双馈式风电变流器产品生命周期评价报告。

B.2 目的和范围确定

B.2.1 评价目的

双馈式风电变流器的产品设计、资源获取、产品生产、试验、运输、使用到报废全过程中对环境造成的影响，通过评价双馈式风电变流器全生命周期的环境影响大小，提出双馈式风电变流器绿色设计改进方案，从而大幅提升双馈式风电变流器的环境友好性。

B.2.2 评价范围

根据评价目的确定评价范围，确保两者相适应。在某些情况下，可对评价范围进行调整，但需要对调整的内容和理由进行书面说明。

B.2.3 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。本文件定义双馈式风电变流器的功能单位为MW。

B.2.4 系统边界

本文件界定的双馈式风电变流器产品生命周期系统边界，分为以下几个阶段：产品设计阶段、资源获取阶段；产品生产、调试阶段；产品运输、交付、使用阶段；产品报废处理阶段。如图 B.1 所示，具体包括：

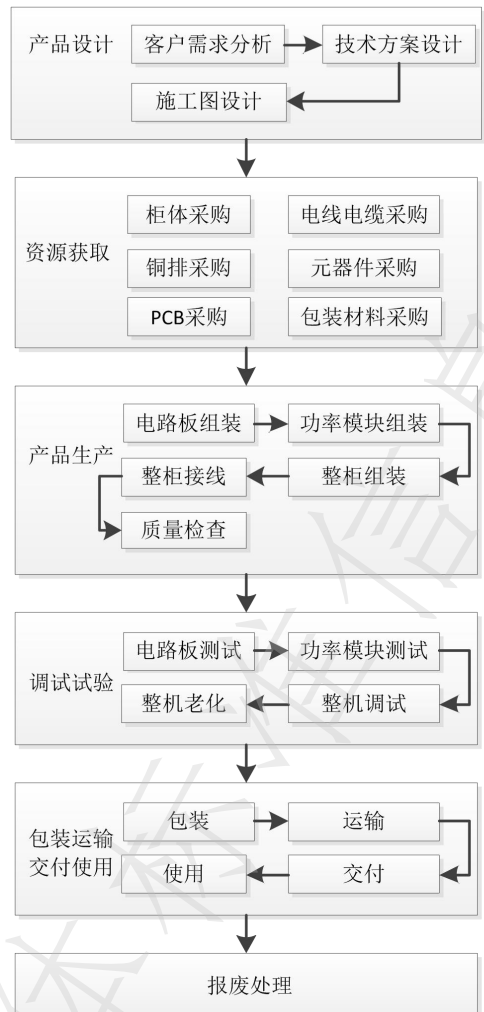


图 B.1 双馈式风电变流器生命周期系统边界图

B.2.5 数据取舍原则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，原则如下：

- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入可忽略；
- d) 大气、水体的各种排放均列出；
- e) 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- 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；
- g) 任何有毒有害材料和物质均应包含于清单中，不可忽略。

B.3 生命周期清单分析

B.3.1 总则

应编制双馈式风电变流器系统边界内的所有材料/能源输入和排放到空气、水及土壤的排放物清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将各个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位（即

/MW双馈式风电变流器)的资源消耗和环境排放。最后,将产品各单元过程中相同的影响因素的数据求和,以获取该影响因素的总量,为产品级的影响评价提供必要的数据库。

B.3.2 数据收集

B.3.2.1 概况

应将以下阶段的数据纳入数据库清单:

- a) 原材料采购和预加工;
- b) 生产组装;
- c) 调试试验;
- d) 产品存储与运输;
- e) 使用阶段;
- f) 寿命终止报废。

基于LCA的信息中要使用的数据库分为两类:现场数据和背景数据库。主要数据库尽量使用现场数据库,如果“现场数据库”收集缺乏,可以选择“背景数据库”。

B.3.2.2 现场数据库采集

通过直接测量、采访或问卷调查,从企业直接获得的数据库为现场数据库。数据库宜包括过程的所有已知输入和输出,输入数据库主要包括生产过程的能源与水消耗、产品原材料的使用量、产品主要包装材料的使用量等,输出数据库主要指产品、副产品和排放物。现场数据库还应包括运输数据库,即产品原料、主要包装等从制造地点到最终交货点的运输距离。

现场数据库的质量要求包括:

- a) 代表性:现场数据库应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据库。
- b) 完整性:现场数据库应采集完整的使用寿命要求数据库。
- c) 准确性:现场数据库中的资源、能源、原材料消耗数据库应该来自于生产单元的实际生产统计记录;环境排放数据库优先选择相关的环境监测报告,或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据库均须转换为单位产品,即千克/MW双馈式风电变流器产品为基准计算,且需要详细记录相关的原始数据库、数据来源、计算过程等。
- d) 一致性:企业现场数据库收集时应保持相同的数据库来源、统计口径、处理规格等。

典型现场数据库来源包括:

- a) 原材料的采购和预加工;
- b) 由原材料供应商运输至生产商的运输数据库;
- c) 产品生产组装过程的能源与水资源消耗数据库;
- d) 产品调试试验过程的能源与水资源消耗数据库;
- e) 产品包装材料数据库;
- f) 产品由生产商运输至客户的运输数据库;
- g) 产品使用过程的能源与水资源消耗数据库;
- h) 产品报废回收处理的数据库。

B.3.2.3 背景数据库采集

背景数据库不是直接测量或计算而得到的数据库,所使用数据库的来源应有清楚的文件记载并载入产品生命周期评价报告。

背景数据库的质量要求包括:

- a) 代表性:背景数据库应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关LCA标准要求的、经第三方独立验证的上游产品LCA报告中的数据库。若无,须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开LCA数据库,数据库的参考年限应优先选择近年数据库。在没有符合要求的中国国内数据库的情况下,可以选择国外同类技术数据库作为背景数据库。
- b) 完整性:背景数据库的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。

- c) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本部分确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

B.3.2.4 生命周期各阶段数据采集

B.3.2.4.1 产品设计阶段

该阶段始于客户需求分析，结束于完成产品施工图设计。

B.3.2.4.2 资源获取阶段

该阶段始于从原材料、半成品进入工厂，结束于产品原材料、半成品进入产品生产设施，包括但不限于原材料、半成品的采购、运输、储存。

B.3.2.4.3 产品生产阶段

该阶段始于原辅材料进入生产设施，结束于产品离开生产设施。生产活动包括配料、部件组装、整机组装及接线、质检等步骤。

B.3.2.4.4 调试试验阶段

该阶段始于电路板、功率模块和整机进入调试试验设施，结束于产品整机老化合格后离开调试试验设施。生产活动包括电路板测试、功率模块测试、整机调试、整机老化试验等步骤。

B.3.2.4.5 包装运输交付使用阶段

该阶段始于产品包装，结束于产品使用结束，生产活动包括产品包装、运输、交付用户及产品的使用维护等步骤。

B.3.2.4.6 报废处理阶段

该阶段始于产品报废停止使用，结束于产品废弃物处理完成。

B.3.3 数据计算

数据收集后，应对所收集数据的有效性进行检查，确保数据符合质量要求。将收集的数据与单元过程进行关联，同时与功能单位的基本流进行关联。

合并来自相同数据类型、相同物质、不同单元过程的数据，以得到整个产品系统的能源消耗、原材料消耗以及空气排放、水体排放和土壤排放数据。

B.3.4 数据分配

在进行双馈式风电变流器生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是双馈式风电变流器的生产环节。对于双馈式风电变流器生产而言，由于企业往往同时生产多种类型的产品，一条生产线上或一个车间里会同时生产包括双馈式风电变流器在内的多种产品，很难就某种产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条生产线来收集数据，然后再分配到具体的产品上。针对双馈式风电变流器生产阶段，本研究针对产品生产工时量作为分摊的依据，即某种产品在车间或生产线生产工时量越大，其分摊额度就越大。

B.3.5 数据计算

B.3.5.1 数据分析

根据表 C.1~C.7 对应需要的数据，进行填报。

- a) 现场数据可通过企业调研。上游厂家提供、采样检测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业三年平均统计数据，并能够反映企业的实际生产水平；

- b) 从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括双馈式风电变流器原材料采购及产品的生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

B.3.5.2 清单分析

所收集的数据进行核实后，利用生命周期评估软件进行数据分析处理，用以建立生命周期评价科学完整的计算程序。通过建立各个过程单元模块，输入各过程单元的数据，可得到全部输入与输出物质和排放清单，选择表B.1中各个清单因子的量（以“MW”为单位），为分类评价做准备。

B.3.6 生命周期影响评价

B.3.6.1 影响类型选取

双馈式风电变流器产品的影响类型可选取资源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类，包括气候变化、能源消耗、金属资源消耗、酸化等4个指标。

B.3.6.2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起。例如，将对气候变化有贡献的二氧化碳、甲烷等清单因子归到气候变化影响类型里面，具体见表B.1。

表 B.1 双馈式风电变流器生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
气候变化	二氧化碳 (CO ₂)
能源消耗	电能等
金属资源消耗	钢材、铜材等
酸化	二氧化硫 (SO ₂)、氮氧化物 (NO _x) 等

B.3.6.3 分类评价

参考GB/T 32161-2015的附录B，表B.2给出了不同影响类型的特征化模型和类型参数，产品生命周期影响分类评价采用表B.2的要求进行。

表 B.2 产品生命周期影响评价类型和类型参数

影响类型	特征化模型	类型参数
气候变化	伯尔尼模型	Kg, CO ₂ 当量
能源消耗	Cumulative Energy Demand V1.09	MJ
金属资源消耗	CML2002模型	Kg, 锑 (Sb) 当量
酸化	累计超过数模块	摩尔、H ⁺ 当量

B.3.6.4 计算方法

影响评价结果计算方法见公式B.1。

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

EP_i ——第 i 种影响类型特征化值；

EP_{ij} ——第 i 种类型类别中第 j 种清单因子的贡献；

Q_j ——第 j 种清单因子的排放量；

EF_{ij} ——第 i 种影响类型中第 j 种清单因子和特征化因子。

B.4 解释

B.4.1 产品生命周期模型的稳健性评价

双馈式风电变流器产品生命周期模型的稳健性评价用于评价系统边界、数据来源、分配选择和生命周期影响类型等方法选择对结果的影响程度。

应用于评价双馈式风电变流器产品生命周期模型稳健性的工具包括：

- a) 完整性检查：评价数据清单，以确保其相对于确定的目标、范围、系统边界和质量准则完整。这包括过程范围的完整性和输入/输出范围；
- b) 敏感性检查：通过确定最终结果和结论是如何受到数据、分配方法或类型参数等的不确定性的影响，来评价其可靠性；
- c) 一致性检查：一致性检查的目的是确认假设、方法和数据是否与目的和范围的要求相一致。

B.4.2 热点问题识别与改进方案确定

为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与双馈式风电变流器产品相关的绿色设计改进方案。

B.4.3 结论、建议和限制

根据确定的双馈式风电变流器产品生命周期评价的目标和范围阐述结论、建议和限制。结论宜包括评价结果、“热点问题”摘要和改进方案。

附录 C
(规范性)
生命周期现场数据收集清单表

C.1 原材料/零部件用量及运输清单

原材料/零部件用量及运输清单见表C.1。

表 C.1 原材料/零部件用量及运输清单

制表人：制表日期：起始时间： 年 月 日至 年 月 日

原材料名称	单位	单位产品消耗量	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源

C.2 包装过程所需清单

包装过程所需清单见表C.2。

表 C.2 包装过程所需清单

制表人：制表日期：起始时间： 年 月 日至 年 月 日

材料	单位	单位产品用量/kg	取样程序描述	来源

C.3 生产调试过程能源、耗材所需清单

生产调试过程能源、耗材所需清单见表C.3。

表 C.3 生产调试过程能源、耗材所需清单

制表人：制表日期：起始时间： 年 月 日至 年 月 日

种类	单位	用量	供货商名称	取样程序描述	来源

C.4 生产调试过程中排放废物清单

生产调试过程中排放废物清单见表C.4。

表 C. 4 生产过程排放废物清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

项目	单位	排放量	处置方式	取样程序描述	来源

C. 5 产品运输过程所需清单

产品运输过程所需清单见表C.5。

表 C. 5 产品运输过程所需清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

过程	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源

C. 6 使用过程能源、耗材所需清单

产品使用过程能源、耗材所需清单见表C.6。

表 C. 6 使用过程能源、耗材所需清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

种类	单位	用量	供货商名称	取样程序描述	来源

C. 7 报废处理过程物质输出清单

产品报废处理过程物质输出清单见表C.7。

表 C. 7 报废处理物质输出清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

名称	单位	回收量	处理方式	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	取样程序描述	来源