

ICS 13.020.20

CCS N 772

团体标准

T/HAEPCI 41-2022

绿色设计产品评价技术规范 烟气深度冷却器

Technical specification for green-design product assessment—

Flue gas deep cooling device

2022-04-19 发布

2022-05-27 实施

湖南省环境治理行业协会 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 评价原则和方法..... 2

 4.1 评价原则..... 2

 4.2 评价方法和流程..... 2

5 评价要求..... 3

 5.1 基本要求..... 3

 5.2 评价指标要求..... 3

6 产品生命周期评价方法及评价报告编制方法..... 4

 6.1 评价方法..... 4

 6.2 评价报告的编制方法..... 4

附 录 A （规范性附录） 检验方法和指标计算方法..... 6

附 录 B （资料性附录） 烟气深度冷却器生命周期评价方法..... 7

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。

本文件由湖南省环境治理行业协会提出。

本文件由湖南省环境治理行业协会归口。

本文件起草单位：长沙为明节能科技有限公司、湖南柯林瀚特环保科技有限公司、湖南申东热工智能装备有限公司、湖南柯林瀚特技术服务有限公司、湖南泰嘉新材料科技股份有限公司、中国科学院工程热物理研究所、浙江大学热能工程研究所、长沙黑金刚实业有限公司。

本文件主要起草人：谭波、余曲、舒腾、朱维、卜炜香、聂小金、孙一荣、谭钰棠、粟海斌、彭永清、王涛、周昊、杨日平、杨湘龙。

本文件由湖南省环境治理行业协会负责管理和解释，长沙为明节能科技有限公司负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送湖南省环境治理行业协会标准管理部门。

绿色设计产品评价技术规范 烟气深度冷却器

1 范围

本文件规定了烟气深度冷却器绿色设计产品评价的评价原则和方法、评价要求、产品生命周期评价方法和评价报告编制方法等内容。

本文件适用于烟气深度冷却器绿色设计产品评价。

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 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 13234 用能单位节能计算方法
- GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- GB/T 20862 产品可回收利用率计算方法导则
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 23384 产品及零部件可回收利用标识
- 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 32161 生态设计产品评价通则
- GB/T 39193 环境空气 颗粒物质量浓度测定 重量法
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- CJ/T 515 燃气锅炉烟气冷凝热能回收装置
- NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器
- NB/T 47004.2 板式热交换器 第2部分：焊接板式热交换器

3 术语和定义

GB/T 24040界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绿色设计产品 green-design product

在原材料获取、产品生产、使用、废弃处置等全生命周期过程中，在技术可行和经济合理的前提下，具有能源消耗少、污染排放低、环境影响小、对人体健康无害、便于回收再利用的符合产品性能和安全要求的产品。

3.2

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或自然资源中获取原材料，直至最终处置。

3.3

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

3.4

烟气深度冷却器 flue gas deep cooling device

即烟气余热深度回收装置，指利用低阻力、高换热效率的换热器，将烟气温度深度冷却到水露点温度以下，高效回收烟气中气化潜热的设备。

4 评价原则和方法

4.1 评价原则

4.1.1 生命周期评价与指标评价相结合的原则

依据生命周期评价方法，考虑烟气深度冷却器的整个生命周期，从产品设计、原材料获取、产品生产、产品使用、废弃后回收处理等阶段，深入分析各个阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段的、可评价的指标构成评价指标体系。

4.1.2 环境影响种类最优选取原则

为降低生命周期生命评价难度，应根据烟气深度冷却器的特点，宜选取具有影响大、社会关注度高、国家法律或政策明确要求的环境影响种类，选取气候变化、人体健康损害等方面进行生命周期评价。

4.2 评价方法和流程

4.2.1 评价方法

烟气深度冷却器产品应同时满足以下两个条件，可判定为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求（见5.1）和评价指标要求（见5.2）；
- b) 提供产品生命周期评价报告（见6.2）

4.2.2 评价流程

根据烟气深度冷却器的特点，明确评价范围；根据评价指标体系中的指标和生命周期评价方法，收集需要的数据，同时对数据质量进行分析；对照基本要求和评价指标要求，对烟气深度冷却器进行评价，符合基本要求和评价指标要求的产品，可判定该产品符合绿色设计产品的评价要求；产品符合基本要求和评价指标要求的生产企业，还应提供该产品的生命周期评价报告。

评价流程见图1：

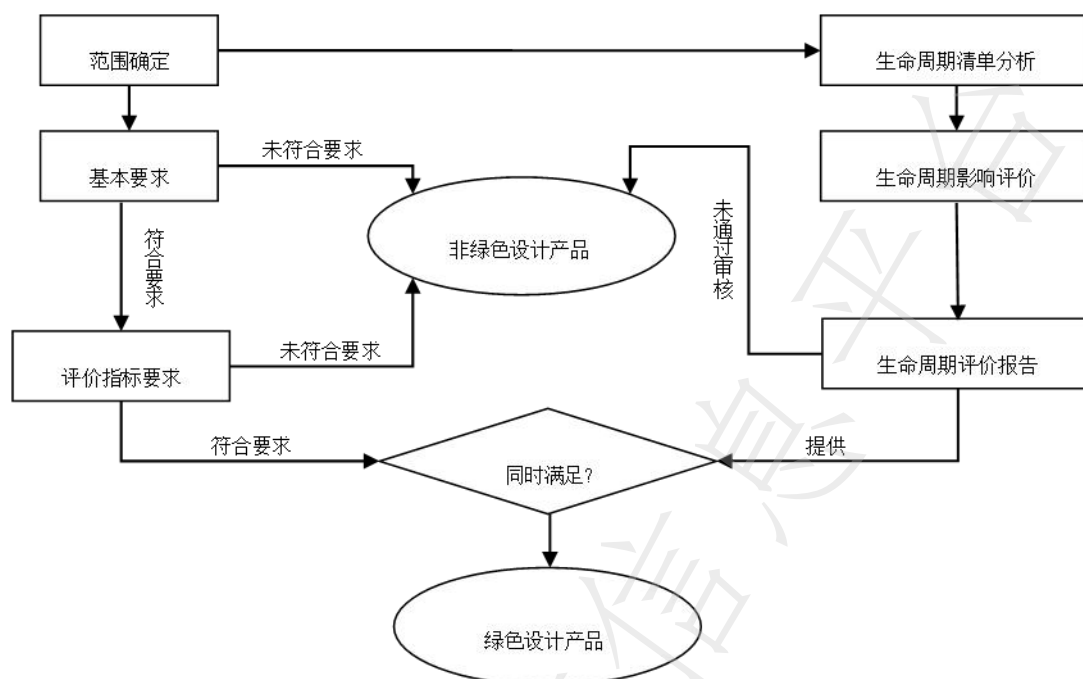


图1 烟气深度冷却器绿色设计产品评价流程

5 评价要求

5.1 基本要求

5.1.1 生产企业近三年无重大安全和环境事故。

5.1.2 生产企业的污染物排放应达到国家或地方污染物排放标准的要求，污染物总量控制应达到国家和地方污染物排放总量控制指标。

5.1.3 生产企业应采用国家鼓励的先进技术和工艺，不得使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备和相关物质。

5.1.4 生产企业应按照 GB/T 19001、GB/T 24001 和 GB/T 45001 分别建立并运行质量管理体系、环境管理体系和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，或按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系。

5.1.5 产品质量应符合相关产品标准的规定，产品执行企业标准的技术要求应不低于国家和行业标准的要求。

5.2 评价指标要求

烟气深度冷却器的评价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、能源属性、环境属性和产品属性指标。二级指标应标明所属的生命周期阶段，即产品设计、原材料获取、产品生产、产品使用和废弃后回收处理等阶段。烟气深度冷却器评价指标要求见表1。

表 1 烟气深度冷却器评价指标

一级指标	二级指标		单位	基准值	判断依据	所属阶段
资源属性	产品可回收利用标识		—	产品及零部件可回收利用标识符合GB/T 23384 要求	参考GB/T 23384, 提供标识使用说明及相关管理说明文件	产品生产
	包装及包装材料		—	尽量少用或不用包装材料, 必须使用时, 应使用可回收或可降解的材料	提供包装设计说明文件或证明材料	产品生产
能源属性	单位产品综合能耗		kgce/t	≤ 45	依据GB/T 2589计算, 并提供证明材料	产品生产
	产品热效率		%	≥ 8.0	依据CJ/T 515检测, 并提供证明材料	产品使用
环境属性	厂界无组织废气排放(颗粒物)		mg/m ³	≤ 0.3	依据GB/T 15432、GB/T 39193检测并提供检测报告	产品生产
	厂界环境噪声	昼间	dB(A)	≤ 55	依据GB 12348检测, 并提供证明材料	产品生产
		夜间		≤ 50		
	产品可回收利用率		%	≥ 95	根据GB/T 20862计算, 并提供证明材料	产品废弃后利用
产品属性	低换热端差		℃	≤ 2	依据附录A.1计算, 并提供证明材料	产品使用
	气密性试验		—	不允许有任何轻微气泡冒出	依据NB/T 47004.1或NB/T 47004.2检测, 并提供证明材料	产品生产
	液压试验		—	不允许试验过程出现明显变形、异响和泄漏	依据NB/T 47004.1或NB/T 47004.2检测, 并提供证明材料	产品生产
	使用寿命		年	≥ 15	企业提供相关证明材料	产品使用

6 产品生命周期评价方法及评价报告编制方法

6.1 评价方法

依据GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161给出的生命周期评价方法学框架、总体要求及其附录编制烟气深度冷却器的生命周期评价报告, 参考附录B。

6.2 评价报告的编制方法

6.2.1 基本信息

评价报告应提供报告信息、生产企业信息、评价对象信息、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、发布日期等, 生产企业信息应包括其全称、组织机构代码、

地址、联系人、联系方式等。评估对象信息应包括烟气深度冷却器型号、主要技术参数和功能、产品简图、包装和材质。

6.2.2 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比基期改进情况的说明。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1年。

6.2.3 生命周期评价

6.2.3.1 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，提供产品的材料构成及主要技术参数表，绘制并说明产品的系统边界，披露所使用的软件工具。

6.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段，说明每个阶段所考虑的清单因子及收集到的现场数据或背景数据，涉及到数据分配的情况应说明分配方法和结果。

6.2.3.3 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生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

6.2.3.4 评价对象及工具

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，提出产品绿色设计改进的具体方案。

6.2.4 评价报告主要结论

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

6.2.5 附件

报告中应在附件中提供：

- a) 产品样图；
 - b) 产品零部件及生产材料清单；
 - c) 产品工艺表（包括工艺名称、工艺过程等）；
 - d) 各单元过程的数据收集表；
- 其他要求的验证说明材料。

附 录 A
(规范性附录)
检验方法和指标计算方法

A.1 低换热端差

烟气深度冷却器试验参照GB/T 10180、GB/T 13234进行，提供检测报告。
低换热端差指气体出口温度与液体入口温度之间差值。

附录 B

(资料性附录)

烟气深度冷却器生命周期评价方法

B.1 目的

通过评价烟气深度冷却器的原料获取与加工阶段、原材料运输、产品生产、产品使用及产品回收处理的全生命周期对环境造成的影响，提出烟气深度冷却器设计改进方案，从而大幅提升烟气深度冷却器的生态友好性。

B.2 范围

应根据评价目的确定评价范围，确保两者相适应。定义生命周期评价范围时，应考虑以下内容并做出清晰描述。

B.2.1 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。本文件以“1台烟气深度冷却器”为功能单位来表示。

B.2.2 系统边界

本文件界定的烟气深度冷却器生命周期系统边界包括从原材料获取到加工、生产、分配、储存、使用和寿命终止处理处置的所有阶段。其系统边界如图B.1所示：

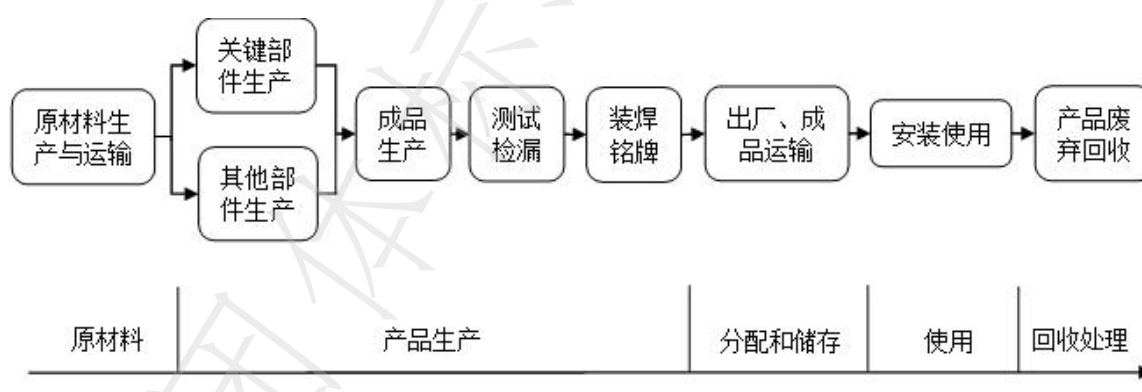


图 B.1 烟气深度冷却器生命周期系统边界图

生命周期评价（LCA）的覆盖时间应在规定的期限内。数据应反映具有代表性的时期（取最近三年内有效值）。如果未能取得三年内有效值，应做具体说明。

原材料数据应是在参与产品的生产和使用的地点/地区。

生产过程数据应是在最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

B.2.3 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，小于原料总质量 0.3% 的项目输入可忽略；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.3% 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

应编制烟气深度冷却器系统边界内的所有材料/能源输入、输出清单，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。此后将每个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位烟气深度冷却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 数据收集步骤

B.3.2.1.1 应将以下要素纳入数据清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 产品生产；
- c) 产品分配和储存；
- d) 产品使用阶段；
- e) 原材料运输以及产品运输至安装场所；
- f) 寿命终止的产品的处置。

B.3.2.1.2 基于 LCA 的信息中要使用的数据分为两类：现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果现场数据收集缺乏，可以选择背景数据。

B.3.2.1.3 现场数据应在现场具体操作过程中收集，主要应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和废弃物产生量等。现场数据还应包括运输数据，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。

B.3.2.1.4 背景数据应包括主要原料的生产数据、权威的电力组合的数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响的数据、产品成分在环境中降解的数据、或在本企业污水处理设施内处理过程的排放数据。

B.3.2.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据；
- b) 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据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。所有现场数据均须转换为单位产品，即 1 台烟气深度冷却器为基准折算，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；

- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。典型现场数据来源包括：
- 1) 原材料和辅助材料的采购和预加工；
 - 2) 原材料由原材料供应商运输至生产商处的运输数据；
 - 3) 原材料分配及用量数据；
 - 4) 产品包装材料数据，包括原材料包装数据；
 - 5) 产品生产过程的能耗、水耗等资源消耗以及污染物排放数据。

B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。所使用数据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。数据质量要求如下：

- a) 代表性：背景数据应优先选择生产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。若无，应优先选择代表国内平均生产水平的公开的 LCA 数据，数据的参考年限优先选择近年数据。在没有符合要求的国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据；
- b) 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到原辅材料或能源产品出厂为止；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据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。所有现场数据均应转换为单位产品，即 1 台烟气深度冷却器为基准折算，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；
- d) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本规范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 原材料采购和预加工阶段

该阶段始于从大自然提取资源，结束于原材料进入产品生产设施，包括但不限于：

- a) 资源和能源的开采和提取；
- b) 所有原材料的预加工；
- c) 提取、开采或预加工设施内部或设施之间的运输。

B.3.2.5 生产阶段

该阶段始于烟气深度冷却器中间产品进入生产设施，结束于产品离开生产设施。生产活动包括化学处理、物理处理、制造、制造过程中半成品的运输和材料组成包装等。

B.3.2.6 产品分配阶段

该阶段将烟气深度冷却器分配给各地经销商，沿供应链将其储存在各点，涉及运输车辆的燃料使用等。

B.3.2.7 使用阶段

该阶段始于烟气深度冷却器投入使用，结束于烟气深度冷却器寿命终止开始报废之时。包括使用模式、使用期间的资源消耗等。

B.3.2.8 物流

应考虑运输参数包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量、运输距离、根据负载限制因素（即高密度产品质量和低密度产品体积）的商品运输分配以及燃料用量。

B.3.2.9 寿命终止

该阶段始于用户抛弃所使用的烟气深度冷却器，结束于产品作为废物返回自然界或进入另一产品的生命周期。该阶段的活动包括收集和运输寿命终止的产品和包装，拆除组件并分类转换成回收材料等。

B.3.2.10 用电量计算

对于产品系统边界上游或内部消耗的电力，应使用区域供应商数据。

B.3.3 数据分配

在进行烟气深度冷却器产品生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是烟气深度冷却器产品的生产环节。对于烟气深度冷却器生产而言，由于厂家往往同时生产多种种类的产品，一条工艺线上或一个车间里会同时生产多种种类烟气深度冷却器产品，很难就某个特定的产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条工艺线来收集数据，然后再分配到具体的产品上。针对烟气深度冷却器产品生产阶段，因生产的产品主要成分比较一致，因此选取“重量分配”作为分摊的比例，即重量越大的产品，其分摊额度就越大。

B.3.4 生命周期影响评价

B.3.4.1 数据分析

B.3.4.1.1 现场数据可通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据应为企业3年内其中1年或者更长时间的，能够反映生产企业实际生产水平的平均统计数据。

B.3.4.1.2 从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，可采用相关数据库中的数据进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括烟气深度冷却器相关原材料生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输等。

表 B.1 烟气深度冷却器所用原材料/预制部件清单

类型	零部件名称	材质	规格型号	重量 kg
板片	板管片束			
板材	换热器水室			
板材	换热器壳体			
焊材	焊接用			
...				

表 B.2 烟气深度冷却器运输阶段清单

运输对象/零部件名称	重量 kg	运输距离 km	单位产品运距 t*km	运输工具	燃料类型
烟气深度冷却器					
...					

表 B.3 烟气深度冷却器生产阶段清单

能耗/其他物质消耗量种类	单位	热值	单位产品消耗量
电	千瓦时 kW·h		
天然气	m ³		
...			

表 B.4 烟气深度冷却器使用阶段清单

名称	单位	数量
设计使用寿命	年 a	
单位时间耗电量	千瓦时每天 kW·h/d	

表 B.5 烟气深度冷却器回收处理阶段清单

回收部件名称	单位	数量	处理方法
板管片束			
换热器水室			
换热器壳体			
焊材			
...			

B.3.4.2 清单分析

所收集的数据进行核实后,利用生命周期评价软件进行数据的分析处理,用以建立生命周期评价科学完整的计算程序。生产企业可根据实际情况选择软件。通过建立各过程单元模块,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.6各个清单因子的量,为分类评价做准备。

B.4 环境影响评价

B.4.1 环境影响类型

影响类型分为资源能源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类。烟气深度冷却器的影响类型采用气候变化、人体健康损害2个指标。

B.4.2 清单因子归类

清单因子归类见表B.6。

表 B.6 烟气深度冷却器产品生命周期清单因子归类

环境影响类型	清单因子分类
气候变化	二氧化碳 (CO ₂)、甲烷 (CH ₄)
人体健康损害	二氧化硫 (SO ₂)、颗粒物

B.4.3 环境影响特征化评价

计算出不同影响类型的特征化模型。分类评价的结果采用表B.7中的当量物质表示。

表 B.7 烟气深度冷却器生命周期影响评价的特征化因子

环境影响类型	指标参数	特征化因子	单位
气候变化	CO ₂	1	CO ₂ 当量/kg
	CH ₄	25	
人体健康损害	SO ₂	0.096	1,4-二氯苯当量/kg
	颗粒物	0.82	

B.4.4 计算方法

影响评价结果计算方法见式：

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

式中：

- EP_i ——第 i 种环境类别特征化值；
- EP_{ij} ——第 i 种环境类别中第 j 种污染物的贡献；
- Q_j ——第 j 种污染物的排放量；
- EF_{ij} ——第 i 种环境类别中第 j 种污染物的特征化因子。