

ICS 43.120

CCS T 47

团 体 标 准

T/CSTE 0028—2021

绿色设计产品评价技术规范 车用磷酸 铁锂动力电池梯次利用产品

Technical specification for green-design product assessment—Cascade
utilization products of lithium iron phosphate power battery used in
electric vehicle

2021-08-26 发布

2021-08-26 实施

中国技术经济学会 发布

CSTE



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

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。

本文件由中国技术经济学会提出并归口。

本文件起草单位：长沙矿冶研究院有限责任公司、国网湖南综合能源服务有限公司、长沙市湘行交通新能源有限公司、铁塔能源有限公司湖南省分公司、湖南永瑞标准化服务有限公司、江苏华友能源科技有限公司、中车时代电动汽车股份有限公司、长沙威克电力技术科技有限公司、湖南楚熵信息科技有限公司、合肥国轩循环科技有限公司。

本文件主要起草人：马小彪、何鲁华、李红、李兵、涂飞跃、陈鹏、张静雅、俞乾、陈宏、陶然、何翔、蔡洁、钱龙、黄河、黎朝晖、杨乐之、曹景超、徐勇、丁宇、罗彬、许浩、贺荣、王弦、杨彩、刘依卓子、寇元涛、张志华、李修齐、王德钊、陈嘉、刘昕、谷姐琳。

本文件为首次发布。

绿色设计产品评价技术规范 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品

1. 范围

本文件规定了车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的绿色设计产品评价要求、生命周期评价报告编制方法和评价方法。

本文件适用于以磷酸铁锂电池为原料的车用动力电池梯次利用产品，包括分布式储能、移动式储能、锂电不间断电源的绿色设计产品评价。

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 191 包装储运图示标志
GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
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 31484 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
GB/T 32161 生态设计产品评价通则
GB/T 32162 生态设计产品标识
GB/T 33598 车用动力电池回收利用 拆解规范
GB/T 33598.2 车用动力电池回收利用 再生利用 第2部分：材料回收要求
GB/T 34015 车用动力电池回收利用 余能检测
GB/T 34015.2 车用动力电池回收利用 梯次利用 第2部分：拆卸要求
GB/T 36547 电化学储能系统接入电网技术规定
GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
GB/T 38698.1 车用动力电池回收利用 管理规范 第1部分：包装运输

3. 术语和定义

GB/T 32161、GB/T 31484、GB/T 33598、GB/T 33598.2、GB/T 34015、GB/T 34015.2、GB/T 36547、GB/T 38698.1界定的术语和定义适用于本文件。

4. 评价要求

4.1 基本要求

4.1.1 生产企业的污染物排放应严格执行相关国家标准并提供标准清单，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；生产企业近三年无重大质量、安全和环境事故。

4.1.2 生产企业应建立并保持质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系和能源管理体系。

4.1.3 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、装备及相关物质；设计、生产过程中应以节约材料为原则制定要求。

4.1.4 生产企业应开展绿色供应链管理，对产品主要原材料供应方、生产协作方、相关服务方等提出相关质量、环境、能源和安全等方面的管理要求。

4.1.5 生产企业应按照GB 17167配备能源计量器具。

4.1.6 车用磷酸铁锂动力电池的拆卸、拆解、检测、回收应符合GB/T 34015.2、GB/T 33598、GB/T 34015、GB/T 33598.2的规定。

4.1.7 产品说明书中应包含有害物质使用、需特殊处理材料及产品废弃后的有关循环利用的相关说明要求。

4.1.8 产品运行时内部环境温差不能超过5℃。

4.1.9 产品标志、包装、运输、贮存应符合GB/T 191、GB/T 38698.1的规定。

4.2 评价指标要求

依据生命周期评价方法,考虑车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的整个生命周期,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,通常可包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的评价指标名称、基准值、判定依据(污染物监测方法、产品检验方法以及各指标的计算方法)等要求见表1。

表1 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品评价指标要求

一级指标	二级指标		单位	指标方向	基准值			判定依据	所属阶段
					分布式储能	移动式储能	锂电不间断电源		
资源属性	原材料使用		-	-	宜采用对环境无害的材料,宜减少稀有稀贵金属使用,应严格控制有害、限制材料的使用			现场数据或第三方检测报告	采购
	剩余容量		%	≥	80%			按照 GB/T 34015 检测并提供现场数据或检测报告	
能源属性	产品能量转化效率		%	≥	84	85	92	按照附录 A (规范性) 中的 A.1 计算	使用
环境属性	元素回收率(锂)		%	≥	88	88	88	按照 GB/T 33598.2 的规定计算	回收
产品属性	电池安全性		-	-	电芯外壳结构应牢靠,可长时间使用,在正常使用条件下(温度:10℃~50℃),电池不应出现漏液、变形或破损等情况;在过充、过放、跌落等异常条件下应不爆炸不起火			按照 GB 38031 检测并提供检测报告或分析检验报告	采购
	标准循环寿命		次	≥	1500			按照 GB/T 31484 规定的检测方法检测	使用
	单体电压差		mv	≤	15		10	按照附录 A (规范性) 中的 A.2 计算	
	放电深度		%	≥	88			按照附录 A (规范性) 中的 A.3 计算	
	充放电响应时间	充电响应时间	s	≤	2			按照附录 A (规范性) 中的 A.4 规定的检测方法检测	
		放电响应时间			2		0.005	按照附录 A (规范性) 中的 A.4 规定的检测方法检测	
	安全防护层级		-	-	4		3	按照附录 A (规范性) 中的 A.5 判定	
	剩余容量/额定容量		%	≥	80		85	按照附录 A (规范性) 中的 A.6 计算	

	电池系统效率	%	≥	97	95	按照附录 A（规范性）中的 A.7 计算	
--	--------	---	---	----	----	----------------------	--

5. 产品生命周期评价报告编制方法

5.1 编制方法

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及总体要求编制车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的生命周期评价报告，参见附录B。

5.2 报告内容框架

5.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、申请者信息、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、发布日期等，申请者信息包括公司全称、组织机构代码、地址、联系人、联系方式等。

在报告中应标产品的主要技术参数和功能，包括：磷酸铁锂电池的原始使用产品信息、化学状态（包括残余容量、年限等）、物理形态、生产厂家、使用范围等。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。

5.2.2 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，或同等功能产品对比情况的说明。

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，披露所使用的基于中国生命周期数据库的软件工具。

本文件以“1kW·h车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品”为功能单位来表示。

5.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段，依据附录B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。

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，为了产生环境效益或至少将环境责任降至最低，应根据清单分析和影响评价阶段的信息提出一系列与车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品相关的生态设计改进方案，提出产品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。

5.2.5 附件

报告中应在附件中提供：

——产品样图；

- 产品生产材料清单；
- 产品工艺表（产品生产工艺过程示意图等）；
- 各单元过程的数据收集表；
- 产品质量检测报告；
- 其他。

6. 评价方法

可按照4.1和4.2的要求开展自我评价或第三方评价。

同时满足以下要求的产品可判定为绿色设计产品：

- 满足本文件 4.1 的要求；
- 满足本文件 4.2 的要求；
- 按照第 5 章提供车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品产品生命周期评价报告的。

判定为绿色设计产品的可按照GB/T 32162的要求粘贴标识，可以各种形式进行相关信息自我声明，声明内容包括但不限于本文件4.1和4.2的要求，但需要提供相关的符合有关要求的验证说明材料。

附录 A
(规范性附录)
指标判定依据和计算方法

A.1 产品能量转化效率

梯次利用产品在最大充放电深度，连续满充满放工作一个周期，放电能量与充电能量的比值，按公式 (A.1) 计算：

$$\eta_{\text{产品}} = \frac{E_{\text{放}}}{E_{\text{充}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：
η_{产品}——产品能量转化效率（%）；
E_放——放电能量（kW·h）；
E_充——充电能量（kW·h）；

A.2 单体电压差

梯次利用电池模组中单个电芯最高电压与最低电压之差，按公式 (A.2) 计算：

$$\Delta U = U_{\text{最高单体电压}} - U_{\text{最低单体电压}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中：
ΔU——单体电压差（mv）；
U_{最高单体电压}——单个电芯最高电压（mv）；
U_{最低单体电压}——单个电芯最低电压（mv）；

A.3 放电深度

梯次利用产品电池系统放电容量与额定容量的比值，按公式 (A.3) 计算：

$$DOD = \frac{E_{\text{放}}}{E_{\text{额定}}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中：
DOD——放电深度（%）；
E_放——放电容量（Ah）；
E_{额定}——额定容量（Ah）；

A.4 充放电时间

A.4.1 充电响应时间

从下达充电控制信号起，到充电功率首次达到梯次利用产品额定功率的90%时，测量这一过程所需要的时间。

A.4.2 放电响应时间

从下达放电控制信号起，到放电功率首次达到梯次利用产品额定功率的90%时，测量这一过程所需要的时间。

A.5 安全防护等级

梯次利用产品安全防护等级按表 2 判定。

表2 安全防护等级

安全防护等级	判定依据
4	电池系统温度超过警戒值或者烟感信号动作，梯次利用产品消防系统触发并自动启动七氟丙烷灭火系统，将灭火剂从灭火剂钢瓶组经干管、支管输送至喷头实施喷放灭火，作为第四层安全防护。
3	梯次利用产品能量管理系统对内部的动力设备及环境变量进行集中控制，可通过上位机软件或者云平台对系统运行状态进行检测和数据分析。当异常情况发生时，能量管理系统可强制断开控制开关，作为第三层安全防护。
2	梯次利用产品储能双向变流器采用多组电池组接入设计，多路电池组可独立充电、放电功能，增强了系统配置和电网调度的灵活性，提高了产品的冗余度和可靠性，当异常情况发生时，储能双向变流器可立即停机或断开、跳闸，作为第二层安全防护。
1	梯次利用产品电池管理系统可实时采集电池系统运行状态，当异常情况出现时，储能双向变流处于待机状态或断开接触器，电池管理系统保护作为第一层安全防护。

A.6 剩余容量/额定容量

在 25±5℃ 环境下，测量车用磷酸铁锂动力电池退役后的剩余容量与额定容量的比值，按公式（A.4）计算：

$$\text{剩余容量/额定容量} = \frac{E_{\text{剩余}}}{E_{\text{额定}}} \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中：
E_{剩余}——车用磷酸铁锂动力电池退役后的剩余容量（Ah）；
E_{额定}——额定容量（Ah）；

A.7 电池系统效率

梯次利用产品电池系统输出总能量与输入总能量的比值，按公式（A.5）计算：

$$\eta_E = \frac{E_{\text{输出}}}{E_{\text{输入}}} \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

式中：
η_E——电池系统效率（%）；
E_{输出}——输出总能量（kW·h）；
E_{输入}——输入总能量（kW·h）。

附录 B
(资料性附录)
车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生命周期评价方法

B.1 目的

车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品从原材料获取、生产、运输到销售使用的过程都对环境造成影响。通过评价车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品全生命周期的环境影响大小，提出车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品绿色设计改进方案，从而大幅提升其环境友好性。

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，应考虑以下内容并作出清晰描述：

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“1kW·h车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品”为功能单位来表示。

B.2.2 系统边界

本文件界定的系统边界，分5个阶段：原材料（退役动力电池、电线电缆等）采购阶段、生产阶段、销售阶段、使用阶段和回收阶段。如图 B.1 所示，具体包括：

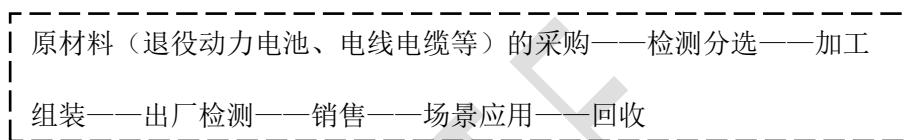


图 B.1 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生命周期系统边界图

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）。如果未能取到三年内有效值，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：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 辅助材料质量小于原来总消耗0.3%的项目输入可忽略；
- 大气、水体的各种排放均列出；
- 小于固体废弃物排放总量1%的一般性固体废弃物可忽略；
- 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；
- 任何有毒有害的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**

应编制车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品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、异常点或其它问题，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，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同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。

B.3.2 数据收集**B.3.2.1 概况**

应将以下要素纳入数据清单：

- 原材料采购和预加工；
- 生产；
- 产品分配和储存；
- 回收。

基于LCA的信息中要使用的数据可分为两类：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”。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的能源与水资源消耗、产品原料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废物产生量等。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，以及固体废物的处理数据。

背景数据应当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。

B.3.2.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的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 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 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：

- 原材料和辅助材料的采购和预加工；
- 原材料由原材料供应商运输至生产商处的运输数据；
- 产品生产过程的能源与水资源消耗数据；
- 原材料分配及用量数据；
- 产品包装材料数据，包括原材料包装数据。
- 固体废物的处理数据
- 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品由生产商处运输至批发零售商的运输数据。

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应载入产品生命周期评价报告。

背景数据的质量要求包括：

- a) 代表性：背景数据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。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，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文件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

该阶段始于从原料供应商处采购，结束于原材料进入产品生产设施，包括但不限于：

- 资源和能源的采购；
- 所有原材料的预加工；
- 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

该阶段始于原材料进入生产设施，结束于成品离开生产设施。生产活动包括化学处理、制造、制造过程中半成品的运输、材料组成包装等等步骤。

B.3.2.6 销售阶段

该阶段将车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品分配给各级批发零售商，可沿着供应链将其储存在各点，包括运输车辆的燃料使用等。

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、运输距离等。

B.3.3 数据分配

在进行车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的生产环节。由于厂家往往同时生产多种类型的产品，一条流水线上或一个车间里会同时生产多种型号。很难就某单个型号的产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条流水线或某个工艺来收集数据，然后再分配到具体的产品上。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

根据表B.1-B.4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、采样监测等途径进行收集，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车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品行业相关原材料和辅助材料的开采和提取、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

表 B.1 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的物料成分、数量及运输清单

物料成分	数量	单位	物料产地	运输方式（货车、火车、飞机、轮船或其他方式）	运输距离/km	单位产品运距离 (km/kg)
...						
...						
...						

	...						
	...						

表 B.2 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品运输阶段清单

运输对象/物料名称	质量/kg	运输距离/km	运输工具	燃料类型
.....				

表 B.3 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生产阶段清单

能耗/其他物质消耗量种类	单位	热值	单位产品消耗量
电	kW·h		

表 B.4 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品销售/回收阶段清单

名称	单位	数值
元素回收率(锂)	%	

B.3.4.2 清单分析

所收集的数据进行核实后,利用生命周期评估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。企业可根据实际情况选择软件。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B.5中附表各个清单因子的量(以kg为单位),为分类评价做准备。

B.4 影响评价

B.4.1 影响类型

车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品的影响类型采用气候变化指标。

B.4.2 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,见表B.5。例如,将对气候变化有贡献的二氧化碳等清单因子归到气候变化影响类型里面。

表 B.5 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类(举例)
温室气体	CO ₂
富营养化	NO _x 、总磷(TP)、磷酸根(PO ₄ ³⁻)
人体健康危害	颗粒物
酸化	SO ₂

B.4.3 分类评价

可以选择适宜的方法计算出不同影响类型的特征化模型,分类评价的结果可以采用表B.6中的当量物质表示。

表 B.6 车用磷酸铁锂动力电池梯次利用产品生命周期影响评价

环境类别	单位	指标参数	特征化因子
气候变化	CO ₂ 当量/kg	CO ₂	1
富营养化	NO ₃ ⁻ 当量/kg	NO _x	1
		总磷（TP）	28.2
		磷酸根（PO ₄ ³⁻ ）	9.2
人体健康危害	1,4-二氯苯当量/kg	颗粒物	0.82
酸化	SO ₂ 当量/kg	SO ₂	1

B. 4. 4 计算方法

影响评价结果计算方法见公式1。

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

式中：
EP_i——第i种影响类型特征化值；
EP_{ij}——第i种影响类别中第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种清单因子的特征化因子。