

ICS 27.020  
J91

CMIF

# 中国机械工业联合会团体标准

T/CMIF 16—2017

---

## 绿色设计产品评价技术规范 内燃机

Technical specification for green-design product assessment  
—Internal combustion engines

2017-11-01 发布

2017-11-01 实施

---

中国机械工业联合会  
绿色制造产业技术创新战略联盟

发布

## 目 次

目 次 .....	I
前言 .....	I
1 范围 .....	- 1 -
2 规范性引用文件 .....	- 1 -
3 术语和定义 .....	- 1 -
4 评价要求 .....	- 1 -
5 产品生命周期评价报告编制方法 .....	- 2 -
6 评价方法 .....	- 3 -
附 录 A（规范性附录）发动机及零部件禁用物质 .....	- 4 -
附 录 B（规范性附录）发动机燃油消耗基准值 .....	- 6 -
附 录 C（资料性附录）内燃机生命周期评价方法 .....	- 7 -



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009起草。

本标准由绿色制造产业技术创新战略联盟提出。

本标准由中国机械工业联合会归口。

本标准起草单位：潍柴动力股份有限公司、天津内燃机研究所、中国石油济柴动力总厂、中国机械工业联合会、中机生产力促进中心、绿色制造产业技术创新战略联盟、机械科学研究总院工程机械军用改装车试验场、清华大学、北京航空航天大学。

本标准主要起草人：王志坚、王建平、贾滨、荣超、温顺如、邱城、路璐、陈兰兰、俞晓燕、葛红、田志成、向东、袁松梅。

本标准为首次发布。



# 绿色设计产品评价技术规范 内燃机

## 1 范围

本标准规定了内燃机绿色设计产品的评价要求和评价方法。

本标准适用于以传统能源（柴油、汽油）为燃料的、功率不大于736kW的内燃机。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测量方法  
 GB/T 8188 内燃机 排放术语和定义  
 GB 15097 船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）  
 GB 17691 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与内燃机排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段）  
 GB 18352.5 轻型内燃机污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）  
 GB/T 19001 质量管理体系 要求  
 GB/T 19515 道路车辆 可再利用性和可回收利用性计算方法  
 GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）  
 GB/T 23331 能源管理体系 要求  
 GB/T 23623-2009 制品中石棉含量测定方法  
 GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南  
 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 24256—2009 产品生态设计通则  
 GB 26133 非道路移动机械用小型点燃式发动机排气污染物排放限值与测量方法（中国第一、二阶段）  
 GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求  
 GB/T 28239 非道路用柴油机燃料消耗率和机油消耗率限值及试验方法  
 GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则  
 GB/T 32161—2015 生态设计产品评价通则  
 QC/T 941-2013 内燃机材料中汞的检测方法  
 QC/T 942-2013 内燃机材料中六价铬的检测方法  
 QC/T 943-2013 内燃机材料中铅、镉的检测方法  
 QC/T 944-2013 内燃机材料中多溴联苯（PBBs）和多溴二苯醚（PBDEs）的检测方法  
 IATF 16949 质量管理体系 要求

## 3 术语和定义

GB/T 8188、GB/T 24040—2008、GB/T 24256—2009、GB/T 20862—2007和GB/T 32161—2015界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 评价要求

### 4.1 生产企业评价指标和要求

#### 4.1.1 对组织的要求

4.1.1.1 应具有协调、完善并能持续改进的管理体系，且能满足以下要求：

- a) GB/T 19001或IATF 16949要求；

- b) GB/T 24001的要求;
- c) GB/T 23331的要求;
- d) GB/T 28001的要求。
- 4.1.1.2 污染物排放应达到国家和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; 应执行节能环保相关国家标准并提供标准清单, 近三年无重大质量、安全和环境事故。
- 4.1.1.3 生产用主要消耗能源设备应不低于国家能效标准2级要求。
- 4.1.1.4 应根据环保法律法规和标准要求配备污染物检验设备和在线监控设备。
- 4.1.1.5 固体废弃物应有专门的贮存场所, 避免扬散、流失和渗漏; 减少固体废弃物的产生量和危害性, 充分合理利用和无害化处置固体废弃物, 危险废弃物应交由专门机构处理。
- 4.1.2 对产品要求
- 4.1.2.1 产品按规定程序批准的产品图样和技术文件生产, 并检验合格。
- 4.1.2.2 应按照GB/T 24256的要求开展产品绿色设计工作, 在完成产品性能和功能的同时, 还应识别和合理定义与下列产品性能和功能的相关参数:
- a) 产品的耐用性、可靠性;
- b) 模块化、可维修性和可拆解性;
- c) 可重复使用性、可再制造性;
- d) 对环境产生不良影响部件的易拆解(分离)性和易回收性等。
- 4.1.2.3 产品说明书中应包含有害物质使用及产品废弃后的有关循环利用的相关说明要求。

## 4.2 产品评价指标和要求

绿色内燃机评价指标的分类和分数分配见表1。

表1

一级指标	二级指标	单位	基准值	判定依据
资源属性指标	有害物质	—	产品中不含有害物质零部件重量应占产品净质量的90%, 且包含有害物质的零部件均应符合豁免要求。	按附录A要求提供有害物质评定报告。备注: 1) 对所有零部件材料进行检查, 统计其中完全不含有害物质(符合表A.1要求)零部件质量, 计算其占内燃机净质量的比例, 比例应达到90%; 2) 统计含有害物质的零部件材料, 均应符合表A.2的要求。
能源属性指标	燃料消耗率	g/kWh	基准值按附录B。	根据产品用途和使用的燃料按附录B规定的方法提供燃料消耗率评价报告。
	企业温室气体排放报告	—	提交《企业温室气体排放报告》。	按GB/T 32150要求编制。
环境属性指标	排气污染物	g/kWh	根据产品使用的燃料类型和用途, 其排放限值的基准值为国家规定排放限值的80%。	按执行的相关标准提供排气污染物评价报告。
	可再利用率和可回收利用率	—	可再利用率 $\geq 85\%$ 且可回收利用率 $\geq 95\%$ , 并提交《可再利用率和可回收利用率核算报告》。	按GB/T 19515进行可再利用率和可回收利用率核算。
产品属性指标	清洁度	mm	内燃机产品清洁度颗粒基准值为0.6。	按GB/T3821提供清洁度评价报告。
	尿素燃料消耗比	—	6.5%	按产品用途测定尿素和燃料消耗并计算比值。

## 5 产品生命周期评价报告编制方法

### 5.1 编制依据

按GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161给出的生命周期评价方法学框架、总体要求及附录编制内燃机生命周期评价报告, 参见附录C。

## 5.2 报告内容框架

### 5.1.1 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。

在报告中应标注产品的主要技术参数和功能，包括内燃机产品车辆型号、销售型号、注册商标、上市时间、能源类型、燃料类型等信息。

### 5.1.2 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。

### 5.1.3 生命周期评价

#### 5.1.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象、功能单位和产品性能，列表说明产品的材料构成与技术参数，绘制并说明产品的系统边界，披露所使用的基于中国数据的生命周期评价工具。

本部分以单个内燃机产品为功能单元来表示。

#### 5.1.3.2 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。

#### 5.1.3.3 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。

#### 5.1.3.4 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，提出产品生命周期设计改进的具体方案。

### 5.1.4 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。

### 5.1.5 附件

报告中应在附件中提供：

- 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；
- 其他。

## 6 评价方法

同时满足以下条件的内燃机产品，可称之为绿色设计产品：

- 满足基本要求和评价指标要求；
- 提供符合要求的内燃机生命周期评价报告。

附 录 A  
(规范性附录)  
发动机及零部件禁用物质

A.1 禁用物质

A.1.1 发动机及其零部件产品中每一均质材料中的禁用物质及其限值见表A.1。

表 A.1

序号	物质	限值%
1	铅 (Pb)	0.1%
2	镉 (Cd)	0.01%
3	汞 (Hg)	0.1%
4	六价铬 (CrVI)	0.1%
5	多溴联苯 (PBB)	0.1%
6	多溴联苯醚 (PBDE)	0.1%
7	石棉	0

A.1.2 出口产品除符合本标准规定外，还应符合出口地区或国家法规和标准的规定。

A.1.3 禁用物质的豁免范围见表A.2。对于表A.2中没有列出的发动机零部件或材料，如果符合下列情况中之一，应提出产品对禁用物质的豁免申请：

- a) 产品中的禁用物质由于技术上的原因尚不能由其它物质或材料所替代；
- b) 禁用物质被禁用后将降低产品的安全性能；
- c) 禁用物质被禁用后将影响产品的正常使用和维护保养；
- d) 禁用物质被禁用后将显著缩短产品的使用寿命；
- e) 禁用物质被禁用后将使产品的生产成本或销售成本显著增加。

表A.2 禁用物质的豁免范围

序号	材料及零部件
1	合金铅
1.1	机械加工用钢材和镀锌钢 (铅 $\leq$ 0.35%)
1.2	铝材 (铅 $\leq$ 0.4%)
1.3	铜合金 (铅 $\leq$ 4%)
2	部件用铅和铅化合物
2.1	蓄电池
2.2	减震器

表A.2 禁用物质的豁免范围

序号	材料及零部件
2.3	电路板及其他电气部件用焊料
2.4	灯泡玻璃和火花塞釉层除外的具有含铅玻璃或陶瓷基复合材料的电气元件
3	汞
3.1	仪表板显示器荧光管
4	溴化阻燃剂
4.1	十溴联苯醚
注1: 括号中的含量限值均为质量百分数。	

## A.2 禁用物质的检测方法

A.2.1 石棉按 GB/T 23623-2009 的规定进行检测。

A.2.2 铅和镉按 QC/T 943-2013 的规定进行检测。

A.2.3 汞按 QC/T 941-2013 的规定进行检测。

A.2.4 六价铬按 QC/T 942-2013 的规定进行检测。

A.2.5 多溴联苯 (PBBs) 和多溴二苯醚 (PBDEs) 按 QC/T 944-2013 的规定进行检测。



附 录 B  
(规范性附录)  
发动机燃油消耗基准值

内燃机产品根据产品用途和燃料类型（柴油或汽油）应分别满足以下要求：

- a) 非道路用柴油机的燃料消耗率基准值为GB/T 28239规定值的95%；  
b) 道路用柴油机的燃料消耗率基准值按表B.1规定；

表B.1

排量/L	燃料消耗限值/ g/(kW·h)
$V_s \leq 4.0$	220
$4.0 < V_s \leq 8.0$	210
$8.0 < V_s$	200

- c) 非道路移动机械用小型点燃式发动机工况法燃料消耗率燃料消耗率基准值按表B.2规定；

表B.2

发动机类别	燃料消耗限值/ g/(kW·h)
手持式	480
非手持式	400

- d) 道路用汽油机的燃料消耗率的评价按不同车型，分别按相应车型的燃料消耗量 95%进行考核。

## 附录 C

### (资料性附录)

### 内燃机生命周期评价方法

#### C.1 目的

核算内燃机产品包括资源的获取阶段、原材料的生产阶段、运输阶段、零部件的生产阶段、零部件装配阶段、总装阶段、整车分销阶段、整车使用阶段、整车报废回收阶段等从“摇篮”到“坟墓”的生命周期阶段；内燃机零部件包括资源的获取阶段、原材料的生产阶段、运输阶段、零部件的生产阶段等从“摇篮”到“大门”的生命周期阶段各过程中对环境造成的影响，通过评价生命周期环境影响大小，提出内燃机生态化改进方案，从而大幅提升内燃机的生态友好性。

#### C.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。

##### C.2.1 功能单位

功能单位应是明确规定并且可测量的。本标准以单辆内燃机为功能单位来表示。如功能单位为一辆内燃机产品行驶( $1.5 \times 10^6$ )km(寿命周期10年)所提供的运输服务。当评价对象为内燃机零部件时，应以单个内燃机零部件为功能单元来表示。

##### C.2.2 系统边界

本标准界定的内燃机产品生命周期系统边界包括：生产阶段、使用阶段、废弃处理阶段等从“摇篮”到“坟墓”的生命周期阶段，即从资源开采到废弃处理为止；当评价对象为内燃机零部件时，其生命周期系统边界包括：资源的获取阶段、原材料的生产阶段、零部件的生产阶段等从“摇篮”到“大门”的生命周期阶段，即从资源开采到产品出厂为止，如图C.1所示。

LCA研究的时间应在规定的期限内。数据应反映具有代表性的时期(取最近一年内有效值)。如果未能取到最近一年内有效值，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产品的生产中所涉及的地点/地区。

##### C.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料总消耗 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。

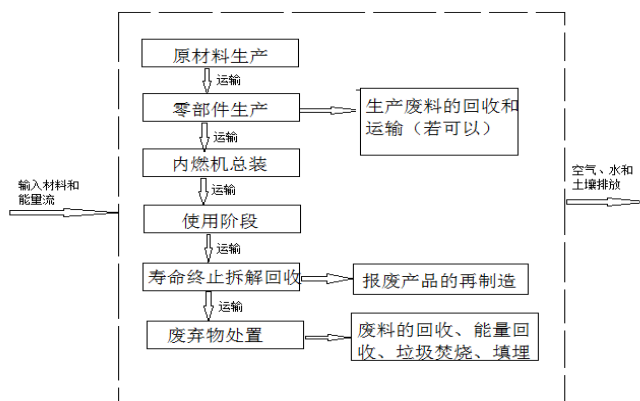


图 C.1 内燃机产品生命周期系统边界图

### C.3 生命周期清单分析

#### C.3.1 总则

应编制内燃机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，应在报告中进行明确说明。

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库。

#### C.3.2 数据收集

##### C.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；
- 运输；
- 生产、加工和装配。

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。背景数据可参考内燃机行业权威生命周期数据库。

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等。此外，还应包括运输数据，即产品原料、主要包装的部分从制造地点到最终交货点的运输距离。

背景数据应当包括主要原料的生产数据、权威的电力组合数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响等数据。

##### C.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。可选取对过程进行测量，或者通过采访、问卷调查从经营者处获得的测量值等，作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，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等等；
- 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：

- 内燃机的原材料采购和预加工；

- 内燃机原材料由原材料供应商运输至内燃机生产商处的运输数据；
- 内燃机生产过程的材料、能源与水资源消耗及废水、废气和固废排放数据。

### C.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。背景数据可为行业现场数据，即对产品生命周期研究所考虑的特定部门，或者为跨行业背景数据。背景数据宜用于后台进程，除非背景数据比现场数据更具代表性或更适合前台进程。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生命周期评价报告中的数据，若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期数据，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标准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。

### C.3.2.4 资源获取（从摇篮到大门）

该阶段始于从大自然提取资源，结束于内燃机零部件进入产品生产设施，包括：

- 资源开采和提取；
- 所有材料的预加工；
- 转换回收的材料；
- 提取或预加工设施内部或预加工设施之间的运输。

### C.3.2.5 运输

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。

### C.3.2.6 生产

该阶段始于内燃机原材料、零部件、半成品进入生产场址，结束于内燃机零部件成品离开生产设施。生产活动包括原材料的生产，零部件的生产，及各种材料、成品和半成品的运输等。

### C.3.2.7 使用阶段

该阶段主要是内燃机行驶过程中的燃料消耗与尾气排放，零部件的维修和保养，电池的更换，轮胎的更换，润滑油、制冷剂等的补充等。

### C.3.2.8 废弃处理阶段

该阶段包括内燃机报废后的回收、拆解、破碎、分拣，各种废弃零部件和废弃材料的回收利用，及废弃物的焚烧和填埋等。

## C.3.3 数据分配

在进行生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是内燃机零部件的生产环节，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。在内燃机零部件全生命周期中尽可能地避免分配，如果分配不可避免，优先按产品的物理特性（如数量、质量、面积、体积等）进行分配，系统中相似的输入输出，采用同样的分配程序。

## C.3.4 生命周期清单分析

### C.3.4.1 数据分析

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最近一年内的平均统计数据，并能够反映企业的实际生产水平。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内燃机行业相关材料的生产、能源消耗以及产品的运输等。数据按表C.1~表C.6进行填报。

表 C.1 内燃机整车原材料成分、用量及运输清单

材料名称	单位	量	生产过程	物质成分名称及比例%	供货商名称	运输方式(货车、火车、飞机、轮船或其他方式)	运输距离/km	数据质量说明
钢铁	kg							
铝合金	kg							
镁合金	kg							
聚丙烯	kg							
树脂涂料	kg							
...								

表 C.2 内燃机整车生产过程能源消耗清单

能耗种类	单位	量	生产过程	物质成分名称及比例%	供货商名称	运输方式(货车、火车、飞机、轮船或其他方式)	运输距离/km	数据质量说明
电力	kWh							
蒸汽	m <sup>3</sup>							
天然气	m <sup>3</sup>							
柴油	L							
汽油	L							
燃料油	L							
...								

表 C.3 内燃机整车生产过程污染物输出清单

名称	单位	量	生产过程	处置方式	处理商名称	运输方式(货车、火车、飞机、轮船或其他方式)	运输距离/km	数据质量说明
废钢板	kg							
废铝屑	kg							
总氮	kg							
总磷	kg							
一氧化碳	kg							
二氧化硫	kg							
.....								

表 C.4 包装过程所需清单

材料	单位产品用量/g	数据质量说明
瓦楞纸		
聚乙烯 (PE)		
聚丙烯 (PP)		
...		

表 C.5 内燃机整车使用过程物质消耗清单

能耗种类	单位	量	物质成分名称及比例%	供货商名称	运输方式(货车、火车、飞机、轮船或其他方式)	运输距离/km	数据质量说明
汽油	L						
柴油	L						
天然气	m <sup>3</sup>						
润滑油	L						
制冷剂	kg						
玻璃水	L						
防冻液	L						
轮胎	kg						
...							

表 C.6 内燃机产品废弃处置过程物质输出清单

名称	单位	量	处置方式	处理商名称	运输方式(货车、火车、飞机、轮船或其他方式)	运输距离/km	数据质量说明
废钢	kg						
废铝	kg						
废铜	kg						
……							

## C.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,选择表C.7中各个清单因子的量(以kg为单位),为分类评价做准备。

## C.4 影响评价

## C.4.1 影响类型

内燃机产品绿色设计评价的影响类型采用全球变暖、酸化、光化学氧化剂生成、富营养化和臭氧层损耗等5个方面。

## C.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C.7。例如,将对气候变化有贡献的二氧化碳、一氧化二氮等清单因子归到全球变暖影响类型里面。

表 C.7 内燃机产品生命周期清单因子归类

影响类型	环境影响指标	清单因子归类
全球变暖	全球增温潜势	二氧化碳(CO <sub>2</sub> )、甲烷(CH <sub>4</sub> )、氧化亚氮(N <sub>2</sub> O)、六氟化硫(SF <sub>6</sub> )等;
酸化	酸化潜势	硫化氢(H <sub>2</sub> S)、氨气(NH <sub>3</sub> )、氟化氢(HF)、二氧化硫(SO <sub>2</sub> )、氯化氢(HCl)等
光化学氧化剂生成	光化学氧化剂生成潜势	一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO <sub>2</sub> )、氮氧化物(NO <sub>x</sub> )、碳氢化合物等
富营养化	富营养化潜势	氨氮(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )、总氮(TN)、总磷(TP)、磷酸根(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )等
累积能源消耗	累积能源消耗潜势	原煤、原油、天然气、甲烷等

## C.4.3 分类评价

计算出不同影响类型的特征化模型,可采用CML2001和Cumulative Energy DemandV1.09评价方法进行计算。分类评价的结果采用表C.8中的当量物质表示,表C.8中只列出了主要的当量物质,但不限于这些。

表.8 内燃机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	评价方法
全球变暖	CO <sub>2</sub> 当量·kg <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub>	1	CML2001
		CH <sub>4</sub>	25	
		N <sub>2</sub> O	296	
		SF <sub>6</sub>	22200	
酸化	SO <sub>2</sub> 当量·kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> S	1.88	
		NH <sub>3</sub>	1.6	
		HF	1.6	
		SO <sub>2</sub>	1	
光化学氧化剂生成	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 当量·kg <sup>-1</sup>	HCl	0.88	
		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1	
		SO <sub>2</sub>	0.048	

环境类别	单位	指标参数	特征化因子	评价方法
		NO <sub>x</sub>	0.028	
		CO	0.027	



表. 8(续)

环境类别	单位	指标参数	特征化因子	评价方法
富营养化	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 当量 · kg <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1	CML2001
		NO <sub>x</sub>	0.13	
		TN	0.42	
		TP	3.06	
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1	
累积能源消耗	MJ · kg <sup>-1</sup>	硬煤	19.1	Cumulative Energy DemandV1.09
		原油	45.8	
		天然气	47.9	
		甲烷	55.53	

## C.4.4 计算方法

环境类别特征化值按公式(1)计算。

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

式中:

EP<sub>i</sub>——第i种环境类别特征化值;

EP<sub>ij</sub>——第i种环境类别中第j种物质的贡献;

Q<sub>j</sub>——第j种物质的排放量/消耗量;

EF<sub>ij</sub>——第i种环境类别中第j种物质的特征化因子。

## C.5 内燃机产品生命周期评价零部件备选清单

内燃机产品生命周期影响评价零部件备选清单见表C.9。

表 C.9 内燃机生命周期影响评价零部件备选清单

序号	名称
1	公共底盘
2	仪表总成
3	机体总成
4	进排气管
5	各类支架
6	发动机缸盖
7	油底壳
8	曲轴
9	活塞
10	凸轮轴
11	摇臂总成