

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-XXXX

制冷和供热用机械制冷系统环境影响评价
方法

Environment impact evaluating method on mechanical refrigerating
systems used for cooling and heating

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 制冷和供热用机械制冷系统生命周期评价（LCA）的总体描述 1

5 评价阶段和流程 1

6 目的和范围 2

7 清单分析 5

8 影响评价 6

9 生命周期解释 7

10 报告 8

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。

本文件由常州高得制冷设备有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：常州高得制冷设备有限公司。

本文件主要起草人：×××

制冷和供热用机械制冷系统环境影响评价方法

1 范围

本文件规定了制冷和供热用机械制冷系统环境影响评价的总体描述、评价阶段和流程、目的和范围、清单分析、影响评价、生命周期解释及报告编制的全过程。

本文件适用于各类制冷和供热用机械制冷系统在全生命周期内的环境影响评价。

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 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 32813-2016 绿色制造 机械产品生命周期评价 细则

GB/T 33224-2016 制冷和供热用机械制冷系统 环境影响评价方法

JB/T 7249-2022 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

JB/T 7249-2022、GB/T 24044-2008 及 GB/T 24040-2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械制冷系统 mechanical refrigeration system

利用机械装置实现制冷或供热功能的系统，包含制冷设备、供热设备、制冷剂循环系统以及相关的控制和辅助设备。常见的机械制冷系统有压缩式、吸收式等，压缩式制冷系统通过压缩机对制冷剂做功，实现热量从低温物体向高温物体的转移；吸收式制冷系统则利用吸收剂对制冷剂的吸收和释放过程来实现制冷。

4 制冷和供热用机械制冷系统生命周期评价（LCA）的总体描述

机械制冷系统的 LCA 是对其从原材料获取、生产制造、运输、使用维护直至废弃处理及再利用的全生命周期过程进行系统评估。该过程全面考量系统在各阶段的资源消耗、能源利用以及污染物排放情况，分析其对环境产生的直接和间接影响，旨在为优化系统设计、降低环境负荷提供科学依据。通过对各单元过程的详细分析，确定系统在整个生命周期内与环境的交互作用，识别对环境影响较大的关键环节，为后续的评价和改进措施制定奠定基础。

5 评价阶段和流程

制冷和供热用机械制冷系统生命周期评价分为目的和范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价和生命周期解释 4 个阶段，各阶段的主要内容及流程见图 1。

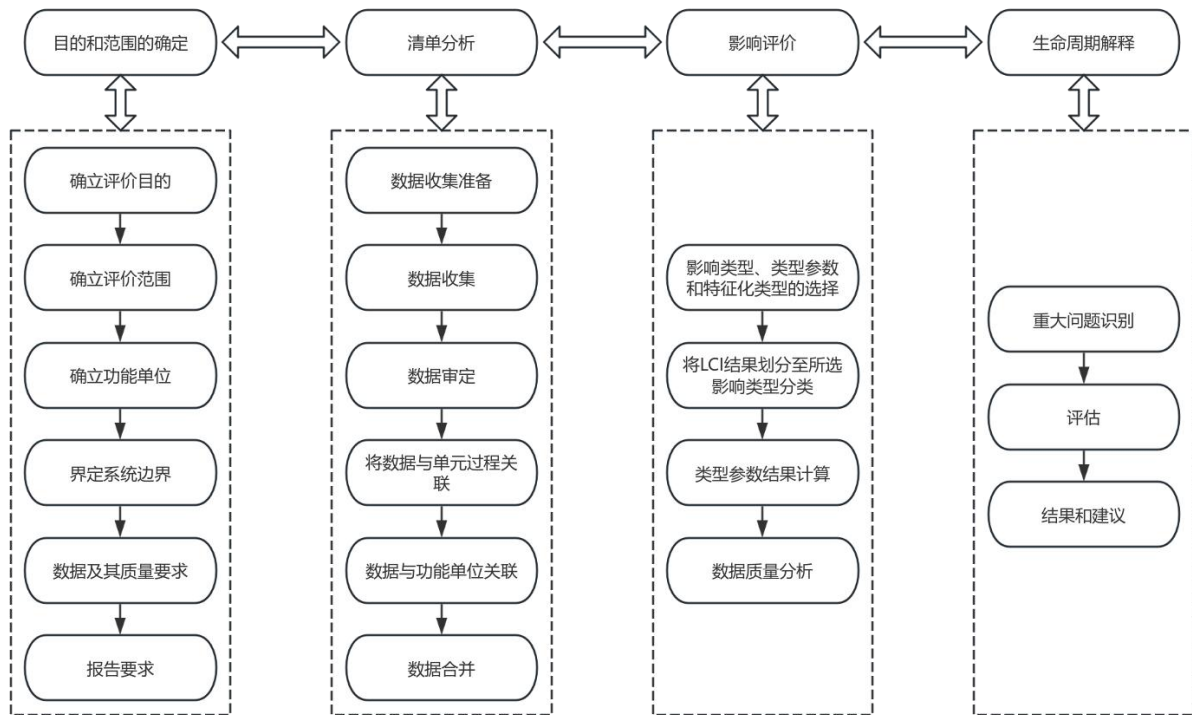


图 1 制冷和供热用机械制冷系统 LCA 流程图

6 目的和范围

6.1 评价目的

制冷和供热用机械制冷系统生命周期评价的目的主要包括但不限于：

- a) 用于机械制冷系统的环境性能改善；
- b) 用于制造企业环境绩效评价或机械制冷系统的环境影响声明。

6.2 评价范围

6.2.1 功能单位

功能单位的确定应与评价的目的和范围保持一致。除考虑产品个体外，结合制冷和供热用机械制冷系统特性，可定义功能单位为“在一定运行工况下，提供 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 制冷量或制热量的机械制冷系统”。

功能单位的信息描述一般应包括但不限于以下信息：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品规格；
- d) 产品分类；
- e) 产品性能及主要参数（明确制冷量、制热量、能效比等关键性能参数）；
- f) 产品功能及用途；
- g) 产品的零部件构成；

h) 产品满足相关质量标准的证明文件。

6.2.2 系统边界

本文件界定的完整的系统边界如图 2 所示。

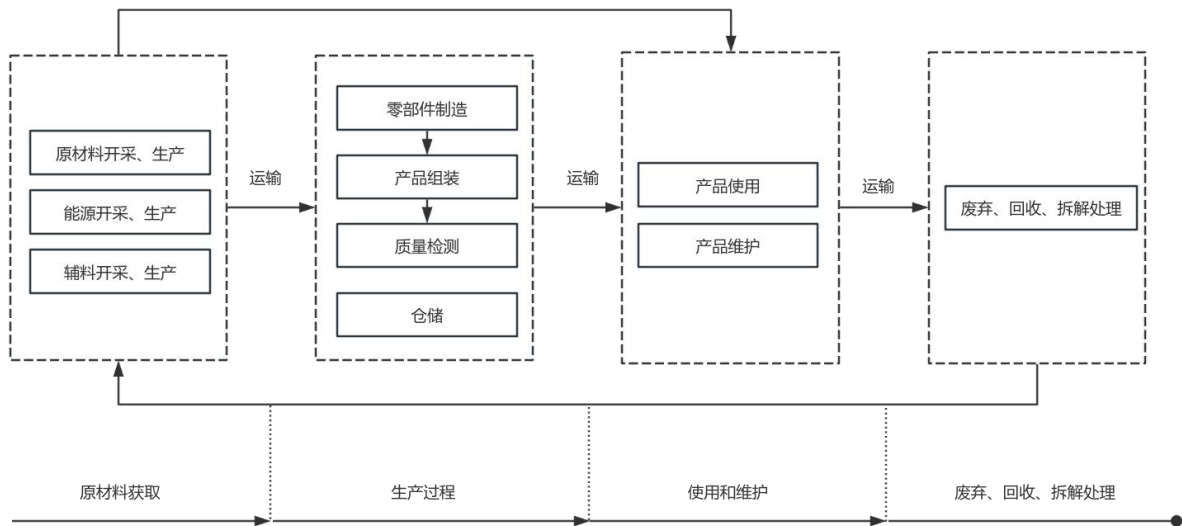


图 2 系统边界图

当设定机械制冷系统的系统边界时，以下几个生命周期阶段、单元过程和流程宜被考虑，例如：

- a) 原材料（如钢、铝、铜等金属材料，塑料等非金属材料，以及制造换热器的特殊合金材料等）的开采、生产，包括原材料加工预处理环节（如金属熔炼前处理、塑料改性）；
- b) 辅助材料（如润滑油、冷却液、制冷剂加工辅料）的开采、生产，以及辅助材料的回收和再利用过程；
- c) 能源（如电、油、燃气、耗能工质等）的使用，明确不同运行工况下的能源消耗差异。考虑能源生产的上游环节，如发电用煤炭的开采、运输和燃烧排放，以及燃气生产过程的环境影响；
- d) 零部件（如伺服电机、减速器、线缆、控制器等）的加工制造（如切削加工、热处理、焊接、表面处理等），以及零部件制造过程中的质量检测环节；
- e) 机械制冷系统产品的装配，考虑装配工具和设备的能源消耗与维护需求，以及装配车间环境控制的能耗（如恒温恒湿环境）；
- f) 废料（如切割废料、使用耗材、废弃产品或零部件等）的处置，细化废料分类（区分危险废料和一般废料）；
- g) 运输（主要原材料、能源、辅料、零部件、产品、废料等的运输），考虑不同运输方式（公路、铁路、水路、航空）对环境影响的差异，以及机械制冷系统产品运输的特殊要求（如大型设备的超限运输）；
- h) 产品废弃后零部件及废弃物的再循环利用，详细说明不同材料和零部件的再利用技术和工艺（如金属熔炼回收、塑料粉碎再加工），评估再循环利用过程的能源消耗、污染物排放以及再利用产品的质量和市场需求情况。

6.2.3 数据及其质量要求

6.2.3.1 总体要求

6.2.3.1.1 根据评价的目的和范围，应对评价的有关数据及其质量要求进行规定或说明。包括数据种类、数据来源、数据取舍原则、数据质量要求等。

6.2.3.1.2 通过不同渠道获取的数据，应对其数据质量加以审核，必要时应对某些数据进行校核。

6.2.3.1.3 经敏感性分析确认，对物质流和能量流有较大贡献的系统单元过程，应采用从特定现场取得的数据或具有代表性的平均数值。对环境影响较大，产生排放物的单元过程，也应采用从特定现场取得的数据。

6.2.3.2 数据种类

数据种类主要包括：产品数据、能量数据和材料数据。其中：

- 产品数据：包括产品技术参数（详细列举制冷量、制热量、功率、制冷剂充注量等参数）等；
- 能量数据：包括电力数据、燃料数据等；
- 材料数据：包括原材料、辅料等输入数据，零部件、产品等输出性能数据。

6.2.3.3 数据来源

评价数据一般来源于现场数据和数据库数据两个方面。

- 对物流、能流及对排放贡献大的部分单元过程，应优先采用从现场取得的数据即现场数据，或采用有代表性的数据即数据库数据，但应明确说明数据的来源。现场数据是从特定现场取得的数据，包括机械制冷系统产品生产制造阶段的原材料消耗、能耗、污染物排放以及运输信息等清单数据，对数据的获得方式和来源均应予以说明。
- 数据库数据是标准技术数据、历史累计数据以及统计计算数据，包括原材料开采和提炼、能源生产的清单数据以及原材料运输所需的公路运输清单数据、使用阶段能耗及废弃产品回收信息。所有数据应予以详细说明，包括所用的数据库和出版物年代、运输的数据应予以说明（包括运输形式、运输距离和运输量）。

6.2.3.4 数据取舍准则

数据取舍原则见 GB/T 32813-2016 附录 C 的 C.1，且应遵循：

- a) 清单分析和环境影响贡献均小于 1% 的物质和能量流可忽略；
- b) 能源的所有输入均列出；
- c) 原料的所有输入均列出；
- d) 辅助材料质量小于原材料总消耗量 0.01% 的项目输入可忽略；
- e) 向大气、水体的各种排放均列出；
- f) 危险废物和一般工业固体废弃物排放应列出，小于一般工业固体废弃物排放总量 1% 的固体废弃物可忽略；
- g) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员办公及生活设施、厂区人员与居住地间的交通工具的消耗和排放，均忽略；
- h) 取舍原则不适用于有毒有害物质，任何包含有毒有害物质的原材料和零部件均应列出。

6.2.3.5 数据质量要求

6.2.3.5.1 概述

6.2.3.5.1.1 为满足制冷和供热用机械制冷系统生命周期评价的目的和范围，应对数据质量要求作出规定，包括：

- 地域范围：为实现评价目的，收集单元过程数据的地理范围(如局地、区域、国家、洲、全球)；

——技术覆盖面：具体的技术或技术组合(如实际工艺组合、最佳可行技术、最差作业单元的加权平均)；

——精度：对每一个数据值的变动的度量(例如方差)；

——可再现性：对其他执业人员采用同一方法学和数据获取相同研究结果的可能性的定性评估；

——可追溯性：对数据来源、产生、获取、应用等历史过程记录的明晰程度的定性评估；

——不确定性：对数据给定值发生变化的可能性的评估。

6.2.3.5.1.2 数据质量满足以上要求的同时，现场数据其他要求见 6.2.3.5.2，数据库数据其他要求见 6.2.3.5.3。

6.2.3.5.2 现场数据质量要求

6.2.3.5.2.1 现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应按照企业申请单元收集过去一年的全年生产统计数据，申请单元可以是一条生产线、多条生产线、整个企业或集团；
- b) 完整性：现场数据应覆盖本标准中所有需要企业填报的生产现场数据；
- c) 准确性：
 - 1) 现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应来自申请单元的实际生产统计记录；
 - 2) 环境排放数据应优先选择相关的环境监测记录，也可以由排污因子或物料平衡公式计算获得；
 - 3) 所有现场数据均应转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。
- 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。

6.2.3.5.2.2 影响现场测试数据不确定性的因素见 GB/T 32813—2016 的 C.2.1。

6.2.3.5.3 数据库数据质量要求

数据库数据的质量要求包括：

- a) 代表性：
 - 1) 数据库数据应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；
 - 2) 在没有符合要求的中国国内数据的情况下，应选择国外同类技术数据作为数据库数据；
 - 3) 若企业的原材料供应商能提供符合相关 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品 LCA 报告，也可以作为数据库数据。
- b) 完整性：数据库数据的系统边界应从资源开采到原材料出厂为止；
- c) 一致性：
 - 4) 所有被选择的数据库数据应完整覆盖 GB/T 33224-2016 中表 2 的环境影响类型，并且应将数据库数据转换为一致的物质名录后再进行计算；
 - 5) 相同的第三方机构对同类产品 LCA 的数据库数据选择应保持一致，如果数据库数据更新，则 LCA 报告也应更新。

7 清单分析

7.1 数据收集

7.1.1 针对原材料获取阶段，收集各类原材料的开采量、获取方式、运输距离等数据，以及开采过程中的资源消耗和污染物排放数据。明确制冷剂的关键原材料数据收集方法，如制冷剂收集其生产厂家的产量、成分、运输方式及运输过程中的泄漏情况等数据。

7.1.2 在生产制造阶段，统计生产设备的能源消耗、原材料投入量、生产过程中的废弃物产生量及处理方式，以及生产工艺中涉及的化学物质使用和排放数据。增加对生产工艺中化学物质潜在环境风险数据的收集，如某些化学物质的毒性、生物累积性等。

7.1.3 运输阶段收集运输工具的类型、运输里程、燃料消耗及尾气排放数据。

7.1.4 使用维护阶段记录系统运行期间的能源消耗类型和数量、制冷剂补充量、维护活动中的资源消耗和废弃物产生情况，以及设备维修更换零部件的数据。明确制冷剂补充量的测量方法和记录频率，如每月测量一次制冷剂压力，根据压力变化估算补充量。

7.1.5 废弃处理及再利用阶段收集系统拆解过程中的能源消耗、可回收材料的回收量及回收率、不可回收废弃物的处理方式和最终去向等数据。数据来源应可靠，可通过企业生产记录、行业统计数据、相关研究报告等途径获取。

7.2 计算过程

7.2.1 概述

详细说明计算过程所依据的原理和方法，如物质流分析、能量平衡计算等原理，以及采用的具体计算模型和公式。

7.2.2 数据审定

应对收集的数据进行严格审核，确保数据准确性、一致性和完整性。具体要求如下：

- a) 审核数据的准确性，检查数据测量方法是否科学，数据记录是否精确；
- b) 审查数据的一致性，确保不同来源数据在统计口径、单位等方面一致；
- c) 确认数据的完整性，涵盖所有关键输入输出数据。

7.2.3 数据与单元过程的关联

明确每个数据与具体单元过程的对应关系，如某原材料消耗数据对应生产制造阶段的零部件加工单元过程，便于后续分析和计算。

7.2.4 数据合并

7.2.4.1 对相关数据进行合并处理，如合并不同运输环节的燃料消耗数据。具体要求如下：

- a) 按物质种类合并数据，如将不同阶段的金属原材料数据合并；
- b) 按生命周期阶段合并，如汇总生产制造阶段各类数据。

7.2.4.2 合并时根据数据特性选择合适方法，如对同类物质数据采用直接相加法，对涉及不同权重的数据采用加权平均法。

8 影响评价

8.1 制冷和供热用机械制冷系统环境影响类型选择

制冷和供热用机械制冷系统环境影响类型和特征化模型参见 GB/T 33224-2016 中表 2 的规定。

8.2 LCI 结果分类

将生命周期清单分析（LCI）结果按照资源消耗、能源消耗和污染物排放进行分类。具体如下：

- 资源消耗细分为金属资源、非金属资源、水资源等；
- 能源消耗细分为可再生能源和不可再生能源；
- 污染物排放细分为温室气体、大气污染物、水污染物、固体废弃物等类别。

8.3 类型参数计算结果

8.3.1 对于全球气候变暖影响类型，以 CO₂ 当量为指标，通过将各类温室气体排放量乘以其相应的 GWP 值，计算得到全球变暖潜值（GWP）。计算公式为：

$$GWP = \sum_{i=1}^n Em_i \times GWP_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Em_i ——第 i 种温室气体的排放量；
- GWP_i ——为第 i 种温室气体的全球变暖潜能值；
- n ——温室气体的种类数。

8.3.2 在臭氧层破坏方面，根据制冷剂的消耗臭氧潜能值（ODP），结合制冷剂泄漏量计算臭氧层破坏潜值。计算公式为：

$$ODP = \sum_{j=1}^m Leak_j \times ODP_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $Leak_j$ ——第 j 种制冷剂的泄漏量；
- ODP_i ——第 j 种制冷剂的消耗臭氧潜能值；
- m ——制冷剂的种类数。

8.3.3 针对资源枯竭，评估各类资源的消耗速率与可获取量的关系，计算资源枯竭潜值。对于其他环境影响类型，依据相关的环境影响评估模型和方法，确定相应的类型参数计算结果。

8.4 进一步的 LCIA 数据质量分析

8.4.1 评估数据的完整性，检查是否涵盖了所有关键的输入和输出数据，以及数据的时间跨度是否满足评价需求。

8.4.2 分析数据的准确性，审查数据来源的可靠性、测量方法的科学性以及数据处理过程中的误差控制情况。

8.4.3 考量数据的代表性，判断数据是否能够真实反映机械制冷系统在不同工况、不同地区的实际情况。通过数据质量分析，识别数据中的不确定性因素，为结果解释和决策提供参考。

9 生命周期解释

生命周期解释应包含三个阶段，如下：

- a) 重大问题识别：综合考虑清单分析和影响评价结果，识别机械制冷系统在生命周期中对环境影响最大的阶段和环节，如生产制造阶段的高能耗环节、使用维护阶段的制冷剂泄漏问题等；
- b) 评估：
 - 1) 完整性检查确保所需信息和数据全面完整性；
 - 2) 敏感性检查确保数据及其计算结果的可靠性；
 - 3) 一致性检查确保所做假设、选择的方法和数据结果与研究目的和范围一致，并且在生命周期评价过程中保持一致。
- c) 结论：形成评价结论、解释评价的局限性并提出建议。

10 报告

报告是对 LCA 的各个阶段分别作出说明，LCA 研究报告应完整、准确、客观。报告应对评价的假设、数据、方法、结果和局限性及对初始范围的修改理由做出详细说明，报告一般应包括以下内容：

- a) 公司/组织的描述：
 - 1) 联系人、地址、电话、传真、电子邮件；
 - 2) 生产过程或环境工作的特别信息(如 EMS)。
- b) 评价的目的及沟通对应；
- c) 单元过程划分及描述；
- d) 影响类型、特征化模型选择、类型参数结果；
- e) 评价的局限性说明及数据质量分析；
- f) 评价结论及建议；
- g) 产品或服务的描述：
 - 1) 产品名称(如品牌、型号等)；
 - 2) 产品照片或图解；
 - 3) 尺寸大小、质量；
 - 4) 产品性能(产品说明书)；
 - 5) 产品类型。
- h) 报告的有效性(有效期)；
- i) 产品的可追溯性(注册号)；
- j) 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) 输入和输出的选择准则；
 - 5) 数据质量；
 - 6) 数据收集；
 - 7) 归一化、分组、加权及其他说明；
 - 8) 材料、能流和释放的分配；
 - 9) 环境影响；
 - 10) 附加环境信息。
- k) 评价人员的相关信息。