

团 体 标 准

T/CSTE 0079—2020
T/CAGP 0056—2020

绿色设计产品评价技术规范 一体化压缩机

Technical specification for green-design product assessment -
Integrated compressor

2020-05-29 发布

2020-05-29 实施

中 国 技 术 经 济 学 会 发 布
全国工业绿色产品推进联盟

目 次

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.....	2
5 生命周期评价报告编制方法.....	4
6 评价方法.....	5
附录 A 一体化压缩机生命周期评价方法.....	6

CSTE

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国技术经济学会和全国工业绿色产品推进联盟提出并归口。

本标准主要起草单位：沈阳鼓风机集团股份有限公司、中国标准化研究院、佛山绿色发展创新研究院。

本标准主要起草人：王玉旌、杨燕梅、鲍威、韩涛、董浩、潘珂、郭慧婷、安仁鹏、姜川、王波、艾斌。

本标准为首次发布。

CSTE

绿色设计产品评价技术规范 一体化压缩机

1 范围

本标准规定了一体化压缩机绿色设计产品的评价要求、生命周期评价报告编制方法和评价方法。

本标准适用于功率等级在8 MW - 12 MW范围的天然气管道增压用离心式电驱动一体化压缩机绿色设计产品评价，海上浮式液化天然气装置（FLNG）用一体化压缩机也可以参照本标准。

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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19001 质量管理体系要求

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 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

GB/T 25442 旋转电机（牵引电机除外）确定损耗和效率的试验方法

GB/T 31268 限制商品过度包装 通则

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

SY/T 6651 石油、化学和天然气工业用轴流和离心压缩机及膨胀机 压缩机

ASME PTC 10 Performance Test Code on Compressors and Exhausters

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一体化压缩机 integrated compressor

一种集成式压缩机，主要包括：承压机壳组部、离心式压缩机机芯组部、高速异步电机机芯组部和主动控制式电磁轴承（AMB）等组件。承载压缩机转子与电机转子的径向轴承和止推轴承均采用电磁轴承，压缩机机芯组部与电机机芯组部封装在同一承压机壳组部内，卧式结构。电磁轴承及高速电机机芯组部采用流程工艺气冷却，不需外供气源。不需设置外部干气密封系统、润滑油系统、电机冷却水系统。采用高速变频驱动装置(VFDS)调速。

3.2

绿色设计 green-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。

3.3

绿色设计产品 green-design product

符合绿色设计理念和评价要求的产品。

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；应严格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。

4.1.2 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安全管理体系。

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。

4.1.4 生产企业应按照GB 17167、GB 24789配备能源、水计量器具，并根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测和在线监控设备。

4.1.5 固体废弃物应有专门的贮存场所，避免扬散、流失和渗漏；减少固体废弃物的生产量和危害性，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。

4.1.6 一体化压缩机使用过程中不采用润滑油、冷却水、辅助氮气，并可实现远程操作。

4.2 评价指标要求

一体化压缩机的评价指标可按照生命周期各阶段从资源能源的消耗，以及对环境和人体健康造成影响的角度进行选取，通常包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。一体化压缩机的评价指标名称、基准值、判定依据等要求见表1。

表1 一体化压缩机绿色设计评价指标要求

一级指标	二级指标	单位	基准值	判定依据
资源属性	轻量化设计	-	采取措施对一体化压缩机进行轻量化设计。	提供报告，报告中应列举轻量化设计措施和效果的依据，可以从以下方面说明： 1. 优化结构设计； 2. 优化布局，减少占地面积。
	包装减量	-	按 GB/T 31268 的要求。	一体化压缩机包装箱的设计应符合 GB/T 31268 的要求。
	钢材节省量	%	一体化压缩机产品比相同功率传统压缩机的钢材使用量至少节省 10%。	提供说明文件，说明文件中应详细比较相同功率产品的钢材使用量。

能源属性	轴承功耗	-	一体化压缩机产品比相同功率传统压缩机的轴承功耗降低不少于 30%。	提供说明文件，说明文件中应详细比较相同功率产品的轴承功耗。
	启停时间	-	冷启动时间不超过 5 分钟，快速停机时间不超过 15 分钟。	提供测试报告，说明文件中详细说明冷启动时间和快速停机时间。
	机组整体功率因数		≥0.95（在 30%～100% 负载范围内）。	提供说明文件。
环境属性	压缩机废弃时的处理方案	-	编制一体化压缩机废弃时的处理方案。	提供说明文件，说明文件中应包含：拆解技术指导信息，可使用、再利用零部件的处理，其他废弃物的无害化处理等内容。
	含限用物质、有害或危险废弃物的废弃处理	-	正确处理含限用物质、有害或危险废弃物。	提供报告，说明交给了有相应资质的机构处理。
	工艺气泄漏量	Nm ³ /h	工艺气泄漏量为 0。	按照 SY/T 6651 的要求进行检测并提供检测报告。
产品属性	关键、主要零部件的可修复	-	可修复关键、主要零部件占比不低于 80%。	设计时应考虑关键、主要零部件具有良好的可修复性。 提供报告说明哪些关键、主要零部件易于修复，其数量占机组零部件总量的 80%以上。
	设计压力	MPa	Max.15MPa	提供产品说明书，产品说明书中列出该指标值。
	压缩机运行效率@设计工况	%	≥85%	按 ASME PTC 10 的方法设计，并提供检测报告。
	电机运行效率@额定工况	%	≥90%	按 GB/T 25442 的要求进行检测并提供检测报告。
	机组整体运行效率	%	≥80%	提供说明文件。

	最高转速	r/min	Max.14000 r/min	提供产品说明书，产品说明书中列出该指标值。
	转速范围	%	35% ~ 105%	提供产品说明书，产品说明书中列出该指标值。

5 生命周期评价报告编制方法

5.1 编制依据

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、总体要求及附录编制一体化压缩机生命周期评价报告，参见附录 A。

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。

在报告中应提供产品的主要技术参数和功能，包括：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。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。

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。

本标准以单台一体化压缩机为功能单位来表示，参见 A.2。

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，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，参见 A.3。

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，参见 A.4。

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：

- a) 产品原始包装图；
- b) 产品生产材料清单；

-
- c) 产品工艺表（产品生产工艺过程示意图等）；
 - d) 各单元过程的数据收集表；
 - e) 其他。

6 评价方法

同时满足以下条件的一体化压缩机产品，可称之为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求（见 4.1）和评价指标要求（见 4.2）；
- b) 按照 5 提供一体化压缩机生命周期评价报告。

CSTE

附录 A
(资料性附录)
一体化压缩机生命周期评价方法

A.1 目的

全面分析一体化压缩机从原材料获取、零部件生产、运输、装配、使用、维护到报废回收的生命周期各阶段的资源、能源消耗和对环境的影响，通过大量重点数据的收集，评价生命周期环境影响的大小，分析一体化压缩机比同等功能产品的环境友好性，探讨一体化压缩机绿色改进方案，从而进一步提升压缩机的生态友好性。

A.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：

A.2.1 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。本标准以单台一体化压缩机为功能单位来表示。同时需要说明压缩机的具体功能、使用寿命、是否包括包装材料等。

A.2.2 系统边界

本标准界定的一体化压缩机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（见图A.1）。

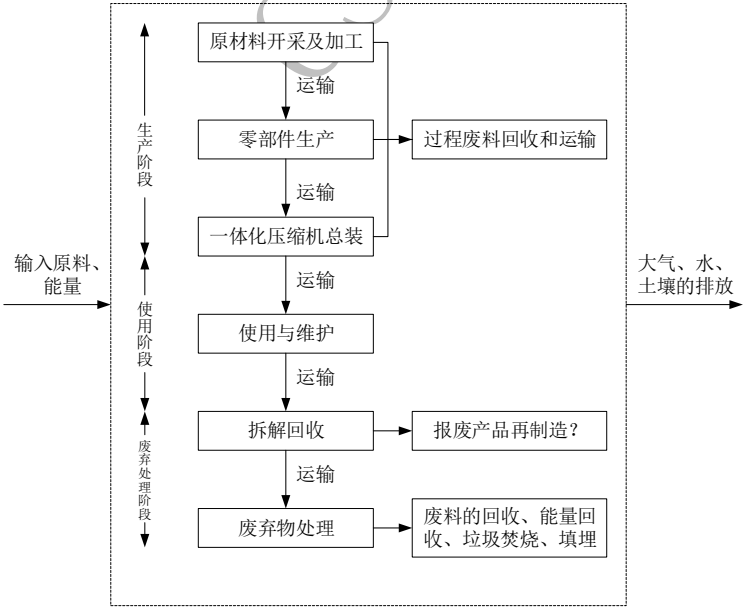


图 A.1 一体化压缩机生命周期系统边界图

生命周期评价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最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

A. 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。

A. 3 生命周期清单分析

A. 3. 1 总则

应编制一体化压缩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，应在报告中进一步明确说明。

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。

A. 3. 2 数据收集

A. 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；
- 使用；
- 回收处理。

基于生命周期评价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、主要包装的部分从制造地点到最终交货点的运输距离。

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等数据。

A. 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。可直接对过程进行测量，或者通过采访或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。
- 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：

- a) 一体化压缩机原材料采购和预加工。
- b) 一体化压缩机原材料由材料供应商运输至生产商处的运输数据。
- c) 一体化压缩机生产过程的材料、能源与水资源消耗及废水、废气和固废排放数据。

A.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生命周期评价标准要求的、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评价数据，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。

A.3.2.4 原材料、零部件采购和预加工（从摇篮到大门）

该阶段始于从大自然提取资源，结束于一体化压缩机零部件生产，包括：

- a) 原料开采和提取；
- b) 所有原料的预加工；
- c) 零部件生产；
- d) 材料的转化回收；
- e) 材料、零部件的运输。

A.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。

A.3.2.6 生产

该阶段始于一体化压缩机原材料、零部件进入生产场地，结束于一体化压缩机成品离开生产设施。

A.3.2.7 产品运输

该阶段将一体化压缩机运输至使用场地，包括运输车辆的燃料使用等。

A.3.2.8 使用阶段

该阶段始于用户拥有产品，结束于产品报废，包括：一体化压缩机工作过程中资源、能源消耗，噪声、电磁辐射等的排放，零部件的维护和保养等。

A.3.2.9 废弃处理阶段

该阶段包括一体化压缩机报废后的回收、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填埋等。

A.3.3 数据分配

在进行一体化压缩机生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是一体化压缩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。通常会就某个车间、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。在一体化压缩机零部件全生命周期中应尽可能地避免分配，如果分配不可避免，优先按产品的物理特性（如数量、质量、体积、面积等）进行分配，系统中相似的输入输出，采用同样的分配程序。

A.3.4 生命周期清单分析

A.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，采用权威中国生命周期数据库等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一体化压缩机相关零部件生产、组装、包装材料、能源消耗以及产品的运输等。按照表A.1～表A.8填报数据。

表 A.1 一体化压缩机原材料成分、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

材料名称	单位	用量	运输方式	运输距离/km	取样程序描述	来源
钢铁	kg					
铜	kg					
油漆涂料	kg					
橡胶	kg					
.....						

表 A.2 一体化压缩机生产过程中能源和水的消耗清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

能源种类	单位	用量	取样程序描述	来源
电力	kWh			
水	m ³			
天然气	m ³			
.....				

表 A.3 一体化压缩机生产过程中污染物排放清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

名称	单位	用量	处置方式	处理商名称	运输方式	运输距离 /km	取样程序描述	来源
废铁屑	kg							
废铜屑	kg							
氮氧化物	kg							
二氧化硫	kg							
.....								

表 A.4 一体化压缩机包装过程清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

材料	单位	用量	取样程序描述	来源
木材	kg			
聚乙烯	kg			
发泡材料	kg			
.....				

表 A.5 一体化压缩机运输过程清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

运输方式	运输距离/km	取样程序描述	来源
卡车			
铁路			
.....			

表 A.6 一体化压缩机使用过程物质消耗清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

能耗种类	单位	用量	取样程序描述	来源
电力	kWh			
.....				

表 A.7 一体化压缩机使用过程输出清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

输出种类	单位	数量	取样程序描述	来源
噪声				
振动				
.....				

表 A.8 一体化压缩机废弃处置过程输出清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

输出种类	单位	数量	处置方式	处理商名称	运输方式	运输距离 /km	取样程序描述	来源
废铁	kg							
废铜	kg							
橡胶	kg							
.....								

A.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。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 A.9 中各个清单因子的量，为分类评价做准备。

A.4 生命周期影响评价

A.4.1 影响类型

一体化压缩机的影响类型采用气候变化和能源消耗两个方面。

A.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 A.9。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气候变化影响类型里面。

表 A.9 一体化压缩机生命周期清单因子归类示例

影响类型	清单因子归类
气候变化/碳足迹	二氧化碳（CO ₂ ）、甲烷（CH ₄ ）、氧化亚氮（N ₂ O）、六氟化硫（SF ₆ ）
能源消耗	电力、天然气、燃油等

A.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 Demand

V1.09 评价方法进行计算。分类评价的结果采用表 A.10 中的当量物质表示。表 A.10 只列出了主要的当量物质，但不限于这些。

表 A.10 一体化压缩机生命周期影响评价的特征化因子

影响类型	单位	指标参数	特征化因子
全球变暖	CO ₂ 当量·kg ⁻¹	CO ₂	1
		CH ₄	25
		N ₂ O	296
		SF ₆	22200
能源消耗	MJ·kg ⁻¹	硬煤	19.1
		原油	45.8
		天然气	47.9
		甲烷	55.53

A. 4. 4 计算方法

环境类别特征化值按公式（1）计算。

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \tag{1}$$

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。