

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 00XX—20XX

绿色设计产品评价技术规范
风电叶片用真空导入环氧树脂

Technical specification for green-design product assessment—
Vacuum resin infusion molding epoxy for wind power blades

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

征求意见稿

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

征求意见稿

目录

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价原则和方法	2
5 评价要求	3
6 产品生命周期评价	4
7 绿色设计产品评价报告	5
附录 A	6
附录 B	7

绿色设计产品评价技术规范 风电叶片用真空导入环氧树脂

1 范围

本文件规定了风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的术语和定义、评价原则和方法、评价要求、产品生命周期评价、绿色设计产品评价报告。

本文件适用于风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的评价。

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 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书内容和项目顺序
- GB/T 16716.1 包装与环境第1部分：通则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 17519 化学品安全技术说明书编写指南
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 19001 质量管理体系要求
- GB/T 23331 能源管理体系要求
- GB/T 23990 涂料中苯、甲苯、乙苯和二甲苯含量的测定 气相色谱法
- 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 31293 风电叶片用真空导入环氧树脂
- GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准
- GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
- GB 33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量
- GB/T 33761 绿色产品评价通则
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南

3 术语和定义

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，满足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，从自然界或从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

风电叶片用真空导入环氧树脂 infusion epoxy resin system for wind blade

是指在环氧树脂基体中混入不同类型、不同比例的固化剂、稀释剂以及其他添加剂等制成的配方产品，利用真空产生的压力将配方产品通过预设的管路注入预制成型增强材料，经固化制成新型树脂基复合材料。

4 评价原则和方法

4.1 评价原则

4.1.1 生命周期评价与基础要求指标评价相结合的原则

依据生命周期评价方法，考虑风电叶片用真空导入环氧树脂的整个生命周期，深入分析各个阶段的资源消耗、生态环境、人体健康因素，选取不同阶段，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

根据风电叶片用真空导入环氧树脂生产工艺和产品特点，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，选取资源属性、污染物排放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

同时满足以下条件的风电叶片用真空导入环氧树脂可称为绿色设计产品：

- a) 满足基本要求(见 5.1)和评价指标要求(见 5.2)；
- b) 提供风电叶片用真空导入环氧树脂生命周期评价报告。

4.2.2 评价流程

根据风电叶片用真空导入环氧树脂的特点，明确评价范围，根据评价指标体系的指标和生命周期评价方法，收集相关数据，对数据进行分析，对照基本要求和评价指标要求，对产品进行评价，符合基本要求和评价指标要求，同时提供该产品的生命周期评价报告，可以判定该产品符合绿色设计产品的评价

要求。评价流程见图 1。

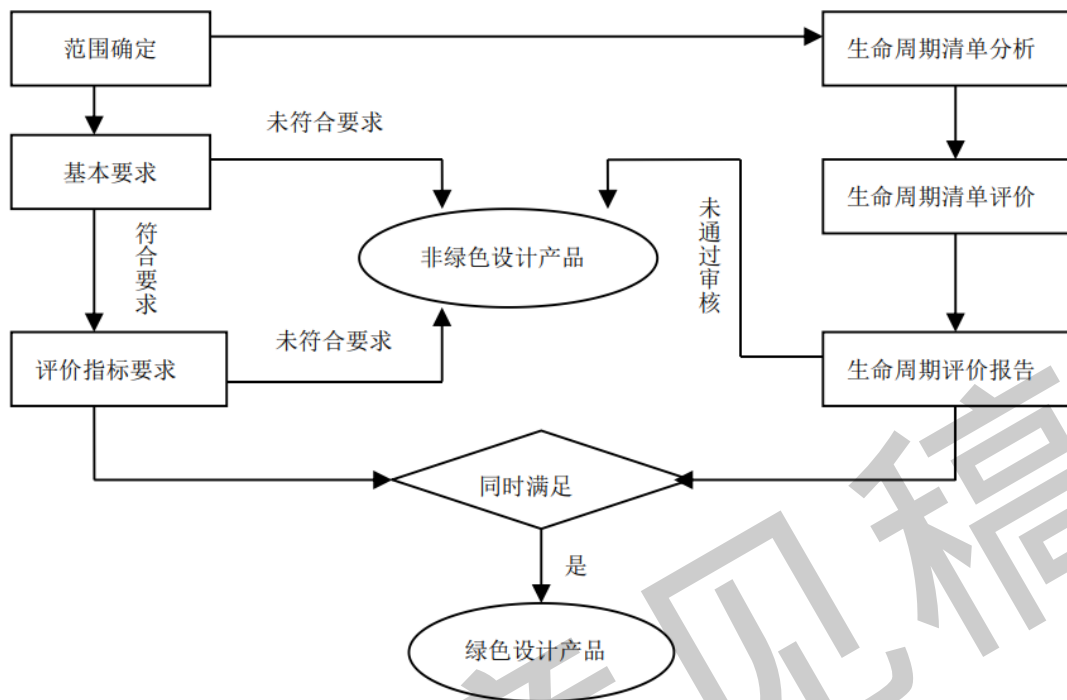


图 1 风电叶片用真空导入环氧树脂产品绿色设计产品评价流程

5 评价要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 应采用国家鼓励的先进技术工艺和装备。
- 5.1.2 禁止使用国家、行业明令淘汰或禁止的材料，禁止使用来自没有安全生产许可证的生产企业生产的原辅材料，禁止使用没有相关产品许可证的原辅材料。
- 5.1.3 企业的污染物排放和排放总量应达到国家和地方污染物排放标准要求，生产企业的厂界噪声应满足 GB 12348 和地方标准的要求。危险废物的管理应符合国家和地方的相关法规要求。
- 5.1.4 企业截止评价日三年内无重大安全事故和突发环境事件。企业应未列入严重违法失信企业名单。
- 5.1.5 企业安全生产标准化水平应符合 GB/T 33000 的要求，企业安全标准化水平应为二级或以上。
- 5.1.6 企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具。
- 5.1.7 企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001、GB/T 45001 和 GB/T 23331 分别建立并运行环境管理体系、质量管理体系、职业健康安全管理体系和能源管理体系。
- 5.1.8 企业应按照《危险化学品安全管理条例》建立并执行危险化学品安全管理制度。应提供符合 GB/T 16483 和 GB/T 17519 要求的产品安全技术说明书。
- 5.1.9 企业应按《企业环境信息依法披露管理办法》的规定公开其环境信息。
- 5.1.10 企业应对剩余产品及包装物进行处置或回收。

5.2 评价指标要求

指标体系由一级指标和二级指标组成。一级指标包括原料属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。评价指标基准值见表1。

表1 评价指标要求

一级指标	二级指标	单位	指标方向	评价指标基准值	判定依据	所属生命周期阶段
原料属性	原材料			不得有意添加如下化学物质： 苯、卤代烃、烷基酚聚氧乙烯醚，乙二醇醚及其酯类	原材料供应商声明	原料获取
	原材料利用率	%	≥	99.85	根据A1计算	原料获取
	原材料中双酚A含量	mg/kg	≤	0.2	企业提供证明材料	原料获取
	原材料中环氧氯丙烷含量	mg/kg	≤	4.0	企业提供证明材料	原料获取
	包装材料			符合GB/T16716.1标准要求	提供包装材料说明	原料获取
能源属性	单位产品综合能耗	kgce/t	≤	2.80	按照 GB/T 2589计算	产品生产
环境属性	非甲烷总烃	mg/m ³	≤	6.0	按照GB 31572标准规定进行检验，提供检测报告	产品生产
产品属性	产品质量			符合GB/T31293标准要求	依据GB/T31293规定的检测方法检测，提供检测报告	产品生产
	苯	mg/kg		不得检出	按GB/T 23990的规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	甲苯、二甲苯	mg/kg		不得检出	按GB/T 23990的规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	总挥发性有机物（TVOC）	mg/kg	≤	30	按GB 33372规定进行检验，提供检测报告	产品生产

5.3 检验方法和指标计算方法

污染物监测方法、产品检验方法以及各指标的计算方法依据附录 A。

6 产品生命周期评价

6.1 生命周期评价方法

依据 GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161 给出的生命周期评价方法与框架、总体要求及其附录编制风电叶片用真空导入环氧树脂的生命周期评价报告，参考附录 B。

6.2 生命周期评价要求

6.2.1 评价对象及工具

报告应详细描述评估的对象和产品主要功能，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数据的生命周期评价工具。

6.2.2 生命周期清单分析

报告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 生命周期影响评价

报告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各阶段的分布情况进行比较分析。

7 绿色设计产品评价报告

7.1 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、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式等；评估对象信息包括产品名称、主要指标、生产商及厂址等；采用的标准信息应包括标准名称及标准编号。

7.2 符合性评价

报告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准值的符合性说明。其中报告期为当前评价的年份，一般指产品参与评价年份的上一年。

7.3 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。

7.4 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。

7.5 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（产品生产工艺过程等）；
- d) 各单元过程的数据收集表；
- e) 三废检测报告
- f) 其他。

附录 A
(规范性附录)
检验方法和指标计算方法

A.1 原材料利用率

每生产1t产品所消耗原材料的用量和总用量的比值，按式(A.1)计算：

$$L = \frac{M_i}{M_c} \dots \dots \dots (A.1)$$

式中：

L——原材料利用率(t/t)；

M_i——在一定计量时间内(一年)产品中所包含原材料的数量，单位为吨(t)；

M_c——在一定计量时间内(一年)生产产品原材料的总使用量，单位为吨(t)。

A.2 单位产品综合能耗

在一定的计量时间内，生产单位重量风电叶片用真空导入环氧树脂所消耗的综合能源量，包括直接消耗的能源量，以及分摊到该产品的辅助生产系统、附属生产系统的能源消耗量和体系内的能源损失量。亦即生产工艺消耗的各种能源转换为标准煤之和与考核年度的产品产量之比。风电叶片用真空导入环氧树脂单位产品综合能耗按标准GB/T 2589计算。

附录 B
(资料性附录)
风电叶片用真空导入环氧树脂生命周期评价方法

B.1 目的

通过评价风电叶片用真空导入环氧树脂全生命周期的环境影响大小，提出产品设计改进方案，从而大幅提升产品的环境友好性。

B.2 范围

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

功能单位必须明确规定并且可测量，以风电叶片用真空导入环氧树脂吨产品质量为功能单元来表示。

B.2.2 系统边界

本附录界定的风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期系统边界，如图B.1所示，具体包括：



图 B.1 风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期系统边界图

LCA评价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3年内有效值）。如果未能取得3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；
- 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

应编制风电叶片用真空导入环氧树脂产品系统边界内的所有材料/能源输入、污染物输出清单，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 概况

应将以下要素纳入数据库清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 生产全流程及污染物排放；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用阶段；
- e) 运输；
- f) 寿命终止。

基于 LCA 的信息中要使用的数据库分为两类：现场数据和背景数据库。主要数据库尽量使用现场数据库，如果“现场数据库”收集缺乏，可以选择“背景数据库”。

现场数据库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。现场数据库还应包括运输数据库，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。

背景数据库应当包括主要原料的生产数据库、权威的电力组合数据库（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响以及产品成分在环境中降解或在本企业污水处理设施内处理过程的排放数据库。

B.3.2.2 现场数据库采集

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库相关采集规程。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库来源。

现场数据库的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据库应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据库。
- b) 完整性：现场数据库应采集完整的生命周期要求数据库。
- c) 准确性：现场数据库中的资源、能源、原材料消耗数据库应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据库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。所有现场数据库均须转换为单位产品，即克/立方米为基准计算，且需要详细记录相关的原始数据库、数据库来源、计算过程等。

d) 一致性：企业现场数据库收集时应保持相同的数据库来源、统计口径、处理规格等。典型现场数据库来源包括：

- 原材料采购和预加工；
- 原材料由原材料供应商运输至风电叶片用真空导入环氧树脂生产商的运输数据库；
- 生产过程的碳能源和水资源消耗数据库；
- 原材料分配及用量数据库；
- 包装材料数据库，包括原材料包装数据库；

- 产品生产现场三废排放及资源化利用数据
- 由生产商运输至经销商的运输数据；
- 生产废水经污水处理厂所消耗的数据。

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。

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部分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 生产及现场管理

该阶段始于原辅材料的预加工，结束于风电叶片用真空导入环氧树脂离开生产装置。例如混合、包装等过程。

B.3.2.5 生产过程资源综合利用及“三废”处理阶段

该阶段始于原辅材料的预加工，结束于风电叶片用真空导入环氧树脂离开生产装置。主要针对风电叶片用真空导入环氧树脂生产过程中各个环节产生的废水、废气及固废处理处置及回收再利用，包括水综合回用、大宗固废综合利用等情况。

B.3.2.6 用电量计算

对于产品系统边界上游电量核算应使用区域供应商现场数据，边界内部消耗的电力根据自制电实际发生及消耗量核算。

B.3.3 数据分配

在进行风电叶片用真空导入环氧树脂生命周期评价的过程中涉及到水、电、汽数据分配问题，同时对于部分风电叶片用真空导入环氧树脂生产厂家而言，往往存在同时生产多种类型的产品，各生产线生产不同型号的树脂，对于原辅材料同样存在分配问题，所以具体针对某个型号的树脂产品生产收集清单数据存在一定困难，往往采用车间为数据收集单元，根据不同型号树脂产量按照产能或配方用量进行分配。整体分配原则，各独立单元水、电、汽无明确计量，按照各单元产品产量进行分配；对于独立单元助剂根据配方比例进行分配。

B.3.4 生命周期影响评价

B.3.4.1 数据分析

根据表 B.1~表 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3年内平均统计数据，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风电叶片用真空导入环氧树脂行业相关原材料生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

表 B.1 原材料成分、用量及运输清单

原材料	含量/%	单次使用消耗量/kg	原材料产地	运输方式	运输距/km	单位产品运输距 (km/kg)
环氧树脂						
胺类固化剂						
助剂						
活性稀释剂						

表 B.2 生产过程所需清单

能耗种类	单位	装置生产总消耗量	单次使用产品消耗量
电耗	千瓦时 (kW·h)		
水	吨		
煤耗	兆焦 (MJ)		
蒸汽	立方米 (m ³)		

表 B.3 包装过程所需清单

材料	单位产品用量/kg	单次使用产品消耗量/kg
铁系桶		

表 B.4 运输过程所需清单

过程	运输方式	运输距离/km	单位产品运距/ (km/kg)
从生产地到总经销商			
从总经销商到分经销商			
从生产地到分经销商 的总运输距离			

风电叶片用真空导入环氧树脂成分在环境中降解或在废弃物处理厂处理过程的排放相关的排放因子如表 B.5 所示。

表 B.5 废弃物处理背景数据

项目	产生量	处理方式
产品固废		

B.3.4.2 清单分析

所收集数据进行核实后，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 B.6 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

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。风电叶片用真空导入环氧树脂的影响类型采用化石能源消耗、气候变化、富营养化和人体健康危害4个指标。

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.6。例如，将对气候变化有贡献的二氧化碳、一氧化氮等清单因子归到气候变化影响类型里面。

表 B.6 风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
化石能源消耗	电
气候变化/碳足迹	二氧化碳（CO ₂ ）
富营养化	总磷、总氮、氨氮
人体健康危害	氮氧化物、二氧化硫

B.4.3 分类评价

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 风电叶片用真空导入环氧树脂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
能源消耗	煤当量·kg ⁻¹	煤	5.69×10 ⁻⁸
		天然气	1.42×10 ⁻⁴
全球变暖	CO ₂ 当量·kg ⁻¹	CO ₂	1
富营养化	NO ₃ -当量·kg ⁻¹	TN	2.61
		NH ₃ -N	3.64
		TP	28.2
人体健康危害	甲苯当量·kg ⁻¹	NO _x	1.2
		SO _x	0.096
		颗粒物	0.82

B.4.4 计算方法

影响评价结果计算方法见式(B.1)：

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

式中：

EP_i——第 i 种影响类型特征化值；

EP_{ij}——第 i 种影响类型中第 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。

《绿色设计产品评价技术规范风电叶片用真空导入环氧树脂》草案编制说明

征求意见稿

标准编制组

2023年7月

1 项目背景

1.1 任务来源

根据中国石油和化学工业联合会发布《关于印发2022年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》（中石化联质发[2022]157号）的要求，由石化联合会环氧树脂及应用专委会、北京国化新材料技术研究院（ACMI）组织，道生天合材料科技(上海)股份有限公司牵头制定的《绿色设计产品评价技术规范 风电叶片用真空导入环氧树脂》团体标准顺利通过立项评审。

本标准由石油和化学工业联合会提出并归口。标准主要的起草单位还有：江苏扬农锦湖化工有限公司、南通星辰合成材料有限公司、广州聚合新材料科技股份有限公司、无锡阿科力科技股份有限公司、上海伟诺自动化设备有限公司。

1.2 编制过程

为使该标准的制定能够充分反映目前风电叶片用真空导入环氧树脂的质量现状，并体现先进性和前瞻性，本标准遵循生命周期评价的基本指导思想，广泛收集国内外与风电叶片用真空导入环氧树脂环境保护及清洁生产相关的政策、法律法规、技术导则、标准等文献，选择国内生产风电叶片用真空导入环氧树脂的典型企业开展系统深入的实地调研，在全面系统研究的基础上，完成了本标准征求意见稿及标准编制说明的撰写。给出了风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的基本要求、评价指标体系、生命周期评价要求、评价方法。

具体编制过程如下：

(1) 2022年4月~2022年6月，对风电叶片用真空导入环氧树脂产品及相关标准的国内外情况进行调研，完成了标准立项建议书；

(2) 2022年6月，中国石油和化学工业联合会在北京组织了标准立项（线上）评审会；

(3) 2022年7月，中国石油和化学工业联合会发布了《关于印发2022年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》，中国石油和化学工业联合会下达了《绿色设计产品评价技术规范 风电叶片用真空导入环氧树脂》标准的制定任务；

(4) 2023年1月，在前期调研的基础上，项目承担单位北京国化新材料技术研究院有限公司（以下简称北京国化）组织召开了工作讨论会，并成立了标准的编制组，会议采用线上视频方式。会议主要对标准的框架、指标的设置等内容进行了细致的讨论，并明确了后期工作内容和进度安排。

(5) 2023年2月~2023年5月，标准的编制组初步完成了标准的草案和编制说明。

(6) 2023年5月，项目承担单位北京国化组织召开了第二次工作讨论会，召集参编企业及行业专家参加会议，会议以线上形式召开，就编制过程中出现的问题进行了充分讨论。

(7) 2023年6月~2023年7月，编制组在前期工作讨论会基础上，与参编企业多次讨论，对草案和编制说明进行了修改与完善，结合调研获取的数据，完成了标准的征求意见稿及编制说明，并提交了石化联合会。

2 标准编制的必要性

2.1 促进生态文明建设

《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》在第9条提出要开展产品设计、生产过程、使用、回收及再利用等全生命周期的绿色标准制定。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》在第三十九章第三节中提出建立统一的绿色产品标准、认证、标识体系，大力发展绿色经济。《国家标准化发展纲要》在第十四条中指出要筑牢绿色生产标准基础。建立健全清洁生产标准，不断完善资源循环利用、产品绿色设计、绿色包装和绿色供应链、产业废弃物综合利用等标准。《2022年全国标准化工作要点》在第6条中指出要出台一批绿色低碳标准。因此，本标准的制定符合国家政策方向，是绿色制造标准体系的健全和完善。

绿色设计产品作为生态文明社会的重要组成部分，是建立绿色消费模式的基础。目前我国绿色风电叶片用真空导入环氧树脂的技术标准要求不够完善。因此，有必要通过开展绿色产品评价及其标准化工作，制定与国际接轨的、高水平的风电叶片用真空导入环氧树脂评价技术标准，并通过评价标准的示范应用，不断提升风电叶片用真空导入环氧树脂的绿色设计，为生态文明建设提供评价技术、评价标准等基础支撑。绿色设计风电叶片用真空导入环氧树脂产品在开发应用过程中应以产品绿色设计理念为指导，降低产品资源能源消耗强度和环境负荷，最大程度采用从原料、生产、废弃、回收等各个环节减少对人类健康和环境产生危害的先进绿色技术和管理手段，减少或消除对人类和环境危害大的原料、产品、副产品的生产和使用，实现风电叶片用真空导入环氧树脂产品和工艺的高效、无毒、无污染或少污染，同时也有利于建立高效的回收再利用体系。

2.2 更加强调与突出环保要求

风电叶片用真空导入环氧树脂是应用于工业领域，是风电叶片的核心材料。“十四五”期间，随着风电叶片行业产量和销售额的稳步增长，国家相关部委对风电叶片行业给以新的

支持，促进我国风电叶片行业相关政策法规及标准的制定工作持续推进并不断完善，推动行业的产品结构转型与可持续健康发展。为规范行业发展，国家相关部委制定并出台了一系列风电叶片行业相关政策，涉及环保、安全及产业等诸多方面的政策法规，2022年2月，国家发改委发布了《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，确立了未来能源绿色低碳转型的目标，对未来能源低碳化转型提出了一些体制与措施方面的建议，明确了海上风电这一重点发展方向，为未来风电发展提供了良好的政策基础。在国家强力推进污染治理以及着力打造节能环保产业为新的支柱产业的大背景下，风电叶片行业的不断推行绿色发展与清洁生产。

本标准旨在规范风电叶片用真空导入环氧树脂生产过程的资源属性、环境属性、能源属性与产品属性，为风电叶片用真空导入环氧树脂的绿色设计产品评价提供相应的依据。

2.3 基于生命周期评价方法的应用

企业要想协调好自身利益与社会利益的关系，就须在降低生产成本的基础上把对环境污染、健康危害、温室气体排放等降至最低。生命周期评价方法(Life Cycle Assessment,即LCA)是国际上环境管理和产品设计的重要工具之一，将其运用到风电叶片用真空导入环氧树脂生产企业中，相对于以往的污染治理方法来说，是一种更加有效的措施。采用LCA方法对风电叶片用真空导入环氧树脂进行分析，进而指导风电叶片用真空导入环氧树脂生产企业朝与环境相协调的可持续性方向发展，进一步节约资源能源，减少污染物排放，具有非常现实和重要的意义。引入LCA后可在一定程度上真正从问题的起源处，站在整体角度上来发掘解决的思路和方法。

3 行业概况

3.1 行业发展现状

风电已成为最有前景的可再生能源之一。风力发电是一种清洁低碳、可永续利用的发电形式，其分布范围广泛，安装与拆卸灵活，对生态环境影响较小。根据斯坦福大学的研究，风电平均一度电碳排放低于光伏、电热、水电、核电、气电、煤电等其他形式的发电技术。

经过几十年的发展，风电已经发展成我国仅次于煤电和水电的第三大发电来源。我国风电累计并网装机容量已从2009年的17.60GW上升到2021年的328.48GW，年均复合增速达27.62%。此外，我国风电在电源结构中占比持续提升，2021年我国风电累计并网装机容量达到328.48GW，同比增长16.68%，占全部发电装机容量的13.82%；风电发电量6,556亿千瓦

时，同比增长40.54%，占全部发电量的7.83%。国家能源局2023年1月发布2022年全国电力工业统计数据，截至2022年12月底，全国累计发电装机容量约25.6亿千瓦，同比增长7.8%。其中，风电装机容量约3.7亿千瓦，同比增长11.2%；根据《“十四五”可再生能源发展规划》、《“十四五”现代能源体系规划》等文件，到2025年，可再生能源发电量达到3.3万亿千瓦时，风电发电量较2020年实现翻倍，即超5.64亿千瓦时。

2010-2022年中国风电累计和新增装机情况如下图所示。

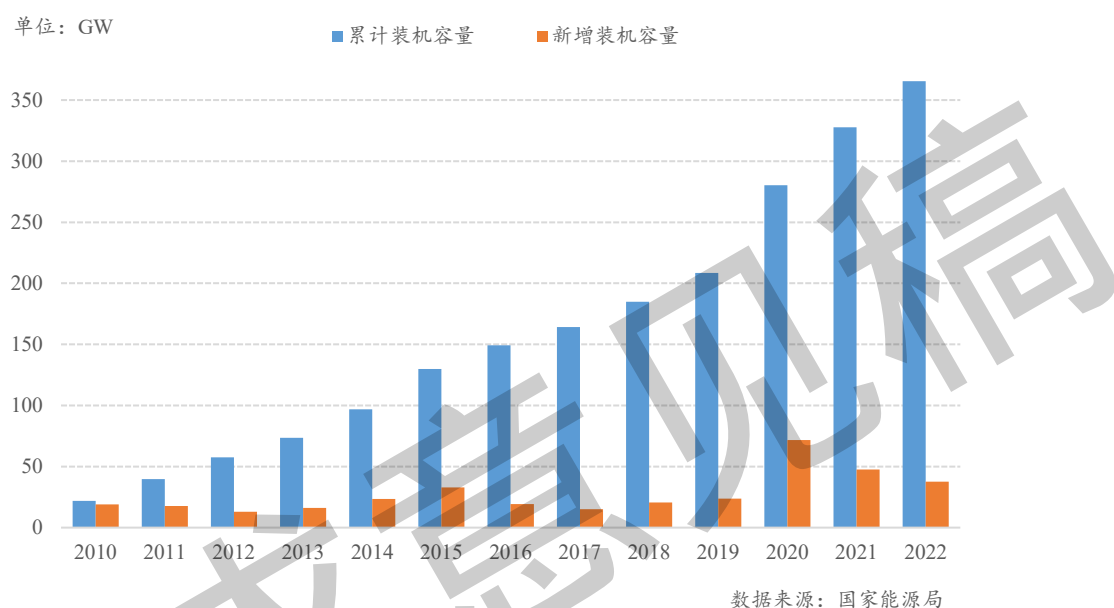


图 1 2010-2022 年中国风电累计和新增装机容量

生产大型风电叶片用复合材料主要有材料和工艺两方面，材料方面，目前主要用于生产风电叶片的复合材料为玻璃纤维增强树脂基复合材料，玻璃纤维增强材料用于提供结构足够的刚度与强度，基体材料有环氧树脂、不饱和聚酯树脂和环氧乙烯基酯树脂等。在风电叶片用基体树脂材料方面，目前市场上主要的叶片制造商均采用环氧树脂作为叶片灌注成型的基体材料，有少数厂商采用乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂。从功能角度来说，环氧树脂、乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂均是作为风电叶片制造的基体材料，与玻璃纤维或碳纤维复合后成为复合材料，用于风电叶片的灌注成型。环氧树脂被广泛应用于叶片的生产制造主要是因为其具有良好的力学性能、耐化学腐蚀性和尺寸稳定性，更有利于叶片在严苛的环境下保证运作效率和使用寿命。据测算，1GW装机所需风电叶片约消耗6000吨真空导入用环氧树脂。风电叶片真空导入环氧树脂的用量跟风电叶片装机量成正比关系。2022年风电叶片用真空导入环氧树脂消耗量约为23万吨。

3.2 行业存在问题

风电叶片用真空导入环氧树脂分为A组分和B组分分开生产，在生产的过程中不会发生化学反应；A、B组分生产工艺相同，属于单纯混合、分装。发生反应的环节是本产品下游客户(例如风机叶片生产企业)使用本产品时，将A、B组分混合后才会发生固化反应。生产过程(1)配料：根据工艺要求把所需的原材料按照一定的比例调配出来，在配料过程中原材料会产生少量可挥发有机废气。

(2)投料：操作人员按照工艺要求的比例把各原辅材料投到真空搅拌罐中，项目使用的原辅材料大部为液体，根据原辅材料的成份特性，此操作过程会产生有机废气。

(3)抽真空：在搅拌过程中，其混合体系内部产生的气泡较难被消泡剂消除，必须配合抽真空才能较彻底消除混合液体的气泡。罐内抽真空的同时会把其内的有机废气抽走。

(4)搅拌：液体原辅材料在真空搅拌罐中合搅拌无化学反应发生，此过程在常温下进行，属于物理混合，无化学反应。

(5)滴加：抽真空同时滴加消泡剂消除其混合体系内部产生的气泡。

由生产过程可知，风电叶片用真空导入环氧树脂生产过程中，无生产废水产生，固废主要为原材料废弃包装，主要污染为可挥发有机废气，具体生产工艺及产污环节如下图所示：

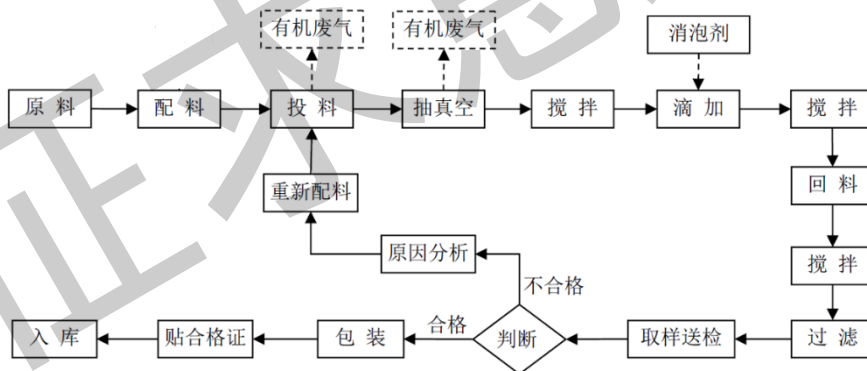


图2 风电叶片用真空导入环氧树脂生产工艺及产污环节图

如何控制和减少生产和使用过程中可挥发性有机废气的排放是关注的重点，因此制定该标准旨在从源头减少排放。

4 编制依据及参考文献

《绿色设计产品评价技术规范风电叶片用真空导入环氧树脂》的编制严格按照国家标准

规范性文件的基本要求进行，在符合国家现行法律、法规以及行业政策要求的前提下，从产品生命周期的角度，对风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计做出了详细的规定。依据生命周期评价方法，考虑到电叶片用真空导入环氧树脂的整个生命周期，从设计开发、原材料获取、生产、包装及运输等阶段，深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段的典型指标构成评价指标体系。本标准在满足评价指标体系要求的基础上，采用生命周期评价方法，建立风电叶片用真空导入环氧树脂产品的种类规则，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，将环境影响评价结果作为产品绿色设计评价的重要参考依据，以体现标准的系统性、科学性和可操作性。

主要编制依据包括：

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 16483 化学品安全技术说明书内容和项目顺序

GB/T 16716.1 包装与环境第 1 部分：通则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 19001 质量管理体系要求

GB/T 23331 能源管理体系要求

GB/T 23990 涂料中苯、甲苯、乙苯和二甲苯含量的测定 气相色谱法

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 31293 风电叶片用真空导入环氧树脂

GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准

GB/T 32161 生态设计产品评价通则

GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范

GB/T 33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量

GB/T 33761 绿色产品评价通则

GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南

5 研究方法

本标准研究采用文献收集、行业调研和专家咨询等方法对我国风电叶片用真空导入环氧树脂行业的经营现状、污染物排放现状和主要环境问题进行调研。在上述基础上，为研究及评价指标构建做准备。

(1) 国内外风电叶片用真空导入环氧树脂行业有关产品性能、节能、环保指标、政策法规的分析。

(2) 行业调研：对风电叶片用真空导入环氧树脂相关生产企业进行调查，调查内容主要包括：原材料使用、产品质量、三废处理等。

(3) 专家咨询：为了使其不偏离相对应的标准，标准在制定过程中，向相关行业的环保专家进行咨询。

(4) 广泛征求意见：初稿完成后，为保证标准的合理性、可操作性，选择对风电叶片用真空导入环氧树脂企业征求意见，通过对意见的汇总、分析，进行相应的修正。

6 相关内容确定说明

6.1 总体说明

主要内容包括以下几个方面：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 评价原则和方法
- (5) 评价要求
- (6) 产品生命周期评价方法及绿色设计产品评价报告编制方法
- (7) 附录A（规范性附录）
- (8) 附录B（资料性附录）

6.2 适用范围

本标准规定了风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的术语和定义、评价原则和方法、评价要求、产品生命周期评价方法及评价报告编制方法、评价结论。

本标准适用于风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的评价。

6.3 评价流程说明

本标准采用指标体系评价和生命周期评价相结合的方法。

同时满足以下条件的风电叶片用真空导入环氧树脂产品可称为绿色设计产品：

- (1) 满足基本要求和评价指标要求。
- (2) 提供经过评审的产品生命周期评价报告。

6.4 指标体系说明

6.4.1 基本要求

(1) 宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰的或禁止的技术、工艺和装备。

(2) 推荐采用密闭式生产工艺。

(3) 不应使用国家、行业明令淘汰或禁止的材料，不应超越范围选用限制使用的材料，生产企业应持续关注国家、行业明令禁用的有害物质。

(4) 生产企业的污染物排放应达到国家和地方污染物排放标准的要求，严格执行节能环保相关国家标准并提供污染物排放清单。危险废物的管理应符合国家和地方法规的要求。

(5) 生产企业的污染物总量控制应限制在国家和地方污染物排放总量控制指标范围内，或者不高于生产企业排放许可证上允许的污染物排放总量。

(6) 待评价产品的企业截至评价日3年内无重大安全和环境突发事件。

(7) 生产企业应按照GB 17167 配备能源计量器具。

(8) 生产企业应按照GB/T 24001、GB/T 19001、GB/T 45001 分别建立并运行环境管理体系、质量管理体系、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。

(9) 企业应按照《国家危险废物名录》和《危险化学品安全管理条例》建立并运行危险化学品安全管理制度，应向使用方提供符合GB/T 16483要求的产品安全技术说明书。

(10) 企业应按照《企业事业单位环境信息公开办法》公开环境信息，宜承诺实施责任关怀。

(11) 鼓励企业对剩余产品及包装物进行处置或回收。

(12) 企业在“国家企业信用信息公示系统”上无不良信用问题。

6.4.2 评价指标

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指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。编制组参考行业相关标准，同时对国内代表性生产企业进行调

研，调研评价指标见表1，通过对调研的数据进行分析，同时也参考国家三废排放相关标准的排放限值以及各个企业所在地区的排放限值，进行汇总，对比，发现企业实际生产中的排放值远低于排放限值，因此结合企业生产实际情况并提现绿色产品设计理念，设置如下评价指标见表2。

表1 评价指标调研

一级指标	二级指标	单位	企业A	企业B	企业C	所属生命周期阶段
原料属性	原材料利用率	%	99.892	99.85	99.88	原料获取
	原材料中双酚A含量	mg/kg	检出限0.2mg/kg, 未检出	未检出	未检出	原料获取
	原材料中环氧氯丙烷含量	mg/kg	3.2	-	3.0	原料获取
能源属性	单位产品综合能耗	kgce/t	2.76	-	2.85	产品生产
环境属性	非甲烷总烃	mg/m ³	5.78	-	-	产品生产
产品属性	产品质量		符合GB/T31293 标准要求	符合GB/T31293标 准要求	符合GB/T31293标 准要求	产品生产
	苯	mg/kg	未检出	未检出	未检出	产品生产
	甲苯、二甲苯	mg/kg	未检出	未检出	未检出	产品生产
	总挥发性有机物（TVOC）	mg/kg	30	-	28	产品生产

表1 评价指标要求

一级指标	二级指标	单位	指标方向	评价指标基准值	判定依据	所属生命周期阶段
原料属性	原材料			不得有意添加如下化学物质： 苯、卤代烃、烷基酚聚氧乙烯醚，乙二醇醚及其酯类	原材料供应商声明	原料获取
	原材料利用率	%	≥	99.85	根据A1计算	原料获取
	原材料中双酚A含量	mg/kg	≤	0.2	企业提供证明材料	原料获取
	原材料中环氧氯丙烷含量	mg/kg	≤	4.0	企业提供证明材料	原料获取
	包装材料			符合GB/T16716.1标准要求	提供包装材料说明	原料获取
能源属性	单位产品综合能耗	kgce/t	≤	2.80	按照 GB/T 2589计算	产品生产
环境属性	非甲烷总烃	mg/m ³	≤	6.0	按照GB 31572标准规定进行检验，提供检测报告	产品生产
产品属性	产品质量			符合GB/T31293标准要求	依据GB/T31293规定的检测方法检测，提供检测报告	产品生产
	苯	mg/kg		不得检出	按GB/T 23990的规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	甲苯、二甲苯	mg/kg		不得检出	按GB/T 23990的规定进行检测，提供检测报告	产品生产
	总挥发性有机物（TVOC）	mg/kg	≤	30	按GB 33372规定进行检验，提供检测报告	产品生产

6.4.3 重点指标来源及依据

标准编制组选取国内风电叶片用真空导入环氧树脂主要生产企业的调研，对产品原材料利用率、综合能耗等主要二级指标进行收集与比对。

本标准在制定评价指标的过程中，本着高端引领的指导思想，对重点评价指标的确定出于如下考虑：

1、资源属性：原材料利用率通过对多家生产企业进行调研，调研数据分布在99.80%-99.89%，对获取的数据进行汇总，大多企业原材料利用率超过99.8%，出于对绿色产品的设计理念，要求企业尽可能提高原材料利用率，因此原材料利用率选取值为99.85%，虽然有部分企业目前未能达到，但是是企业能够通过努力达到的目标，体现了标准制定的先进性，突出绿色产品设计理念。

2、能源属性：首先明确了能源消耗的边界，即在一定的计量时间内，生产单位重量风电叶片用真空导入环氧树脂所消耗的综合能源量，包括直接消耗的能源量，以及分摊到该产品的辅助生产系统、附属生产系统的能源消耗量和体系内的能源损失量，生产工艺消耗的各种能源转换为标准煤之和与考核年度的产品产量之比，单位产品综合能耗按标准GB/T 2589计算。在明确边界后对参编企业及其他非参编重点生产企业进行调研，汇总调研数据，行业内单位产品综合能耗值为集中在2.76 kgce/t -2.85 kgce/t这个范围内，我们选取行业内比较先进的指标，单位产品综合能耗值定在小于等于2.8 kgce/t，体现绿色产品设计的理念。

3、环保属性：重点考虑挥发性有机物含量这个指标，因为本产品生产过程中无生产废水产生和排放，无危险固废排放，固废主要是产品原料包装之类的一般固废，不涉及总量指标，生产过程中主要的污染来源为可挥发废气，因而主要考虑指标为非甲烷总烃，通过对企业进行调研，结合企业执行的地方标准以及GB 31572《合成树脂工业污染物排放标准》进行参考，通过对参编企业和非参编重点企业进行调研，根据企业反馈的废气排放数据，都远低于参考的标准指标，因此环保属性非甲烷总烃这个指标的设定，我们根据调研的企业反馈的数据进行设定，调研的数据集中在5.78mg/m³左右，因此指标设定在小于等于6 mg/m³，远低于国家排放标准。

4、产品属性：明确要求生产的产品不含有害杂质苯、甲苯、二甲苯，调研的企业经过检测，均不检出苯、甲苯和二甲苯。对于总挥发性有机物的含量，企业参考标准GB/T 33372规定的方法进行检测，通过对企业检测的数据进行调研汇总，指标在大多企业能达到的基本上进行提高，要求低于30mg/kg。

6.5 生命周期评价说明

6.5.1 研究意义

生命周期评价方法作为一种在国际上应用最为广泛的产品环境影响评价方法,通过对产品在其生命周期过程(从原材料获取、生产、运输、消费乃至最终废弃物处置)对环境的影响进行量化评估,从而提供环境信息以辅助支持决策分析和政策制定。本标准的目的是通过生命周期的研究,可以得出风电叶片用真空导入环氧树脂的环境影响量化数据,更直观的评估风电叶片用真空导入环氧树脂中成分的变化对环境影响带来的变化,为推进风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计的发展提供数据支撑。

《绿色设计产品评价技术规范风电叶片用真空导入环氧树脂》标准编制严格按照国家标准规范性文件的基本要求,在符合国家现行法律、法规以及风电行业政策要求的前提下,从产品生命周期的角度,对风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计做出了详细的规定。依据生命周期评价方法,考虑到风电叶片用真空导入环氧树脂产品的整个生命周期,从设计开发、原材料获取、生产、包装等阶段,深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素,选取不同阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素的典型指标构成评价指标体系。本标准在满足评价指标体系要求的基础上,采用生命周期评价方法,建立风电叶片用真空导入环氧树脂产品种类规则,开展生命周期清单分析,进行生命周期影响评价,将环境影响评价结果作为产品绿色设计评价的重要参考依据,以体现标准的系统性、科学性和可操作性。

6.5.2 流程说明

根据风电叶片用真空导入环氧树脂的特点,明确评价范围,根据评价指标体系的指标和生命周期评价方法,收集相关数据,对数据进行分析,对照基本要求和评价指标要求,对产品进行评价,符合基本要求和评价指标要求,同时提供该产品的生命周期评价报告,可以判定该产品符合绿色设计产品的评价要求。评价流程见图3。

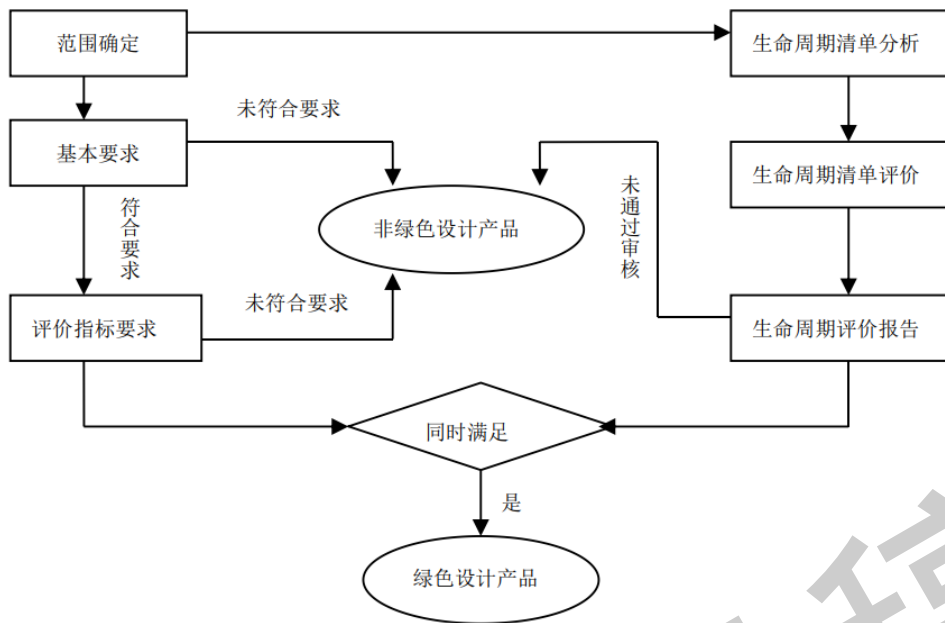


图 3 风电叶片用真空导入环氧树脂产品绿色设计产品评价流程

6.5.2.1 功能单位说明

功能单位应是明确规定并且可测量的。以吨(t)为功能单位来表示。

6.5.2.2 系统边界说明

本附录界定的风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期(LCA)系统边界分3个阶段：原辅料与能源的开采、生产阶段；风电叶片用真空导入环氧树脂产品的生产、销售阶段；风电叶片用真空导入环氧树脂废弃阶段。如图4所示。

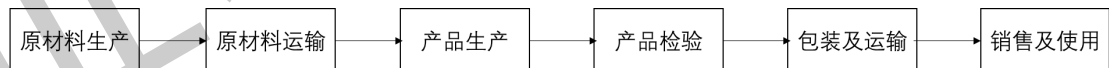


图 4 风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期系统边界图

6.5.2.3 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；
- 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在清单中，不可忽略。

6.5.2.4 生命周期清单分析

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 生产；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用阶段；
- e) 运输；
- f) 寿命终止。

6.5.2.5 影响评价说明

通过建立各个过程单元模块，输入各过程单元的数据，将各个清单因子的量输入到软件中，可得到风电叶片用真空导入环氧树脂的环境影响变化值。

6.5.3 试验方法的确定

参考现行相关国家标准、化工行业标准中的试验方法，并在其基础上进行完善，确定本次制定标准中各项目的测试方法。

7 标准的属性和水平

本标准参考国外风电叶片用真空导入环氧树脂标准和法规中有毒有害物质限量，借鉴国外风电叶片用真空导入环氧树脂公司的成熟经验，以其推行的整个产品生命周期过程链的管理控制为手段，紧密结合国内风电叶片用真空导入环氧树脂产品生产现状与发展需求，提升风电叶片用真空导入环氧树脂在其生命周期中的综合环境绩效，构建包含风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期相关阶段的绿色设计评价指标体系，确定风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的定量、定性指标以及评价基准值，制定相关评价技术标准，以提高风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计评价的科学性、客观性和可操作性。本标准所采用的试验方法为国内国际通用方法，标准整体水平为国内先进水平。

8 标准实施的可行性分析

《绿色设计产品评价技术规范风电叶片用真空导入环氧树脂》是在系统调研和反复论证的基础上完成的。结合了国内现状与发展的需求，汲取了发达国家的成熟经验。技术要求设置合理、实践可行，内容侧重以产品生命周期评价理论为指导，加强对风电叶片用真空导入

环氧树脂产品供应链（上游）、风电叶片用真空导入环氧树脂产品的生产过程以及使用和废弃后的处置（下游）等整个产品生命周期过程链的管理控制，提升风电叶片用真空导入环氧树脂在其全生命周期中的综合环境绩效，构建包含风电叶片用真空导入环氧树脂产品生命周期相关阶段的绿色设计评价指标体系，确定风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计产品的定量、定性指标以及评价基准值，并制定相关评价技术标准。以提高风电叶片用真空导入环氧树脂绿色设计评价的科学性、客观性和可操作性，确保风电叶片用真空导入环氧树脂产品的安全性和生态友好性，促进产品的规模化推广。

本着引领绿色发展，推动行业技术进步的原则，绿色设计产品使用安全环保的原材料，严于现行环保要求的挥发性有机化合物含量控制，为所有风电叶片用真空导入环氧树脂生产的管理人员提供有益的参考和借鉴。

征求意见稿