



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40093—2021

---

## 变压器产品生命周期评价方法

Life cycle assessment method for transformer

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 产品生命周期评价 ..... 2

5 生命周期报告 ..... 5

附录 A（资料性附录） 变压器产品制造阶段工艺流程图示例 ..... 6

参考文献..... 8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国电工电子产品与系统的环境标准化技术委员会(SAC/TC 297)提出并归口。

本标准起草单位:中国电器工业协会、苏州电器科学研究院股份有限公司、深圳市品牌建设促进中心、特变电工山东沈变电气设备有限公司、中国质量认证中心、上海置信电气股份有限公司、顺特电气设备有限公司、成都亿科环境科技有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市鑫宇环标准技术有限公司、罗克韦尔自动化(中国)有限公司、通标标准技术服务(上海)有限公司、中国石油和化学工业联合会。

本标准主要起草人:张亮、胡醇、唐云鹭、韩红军、滕云、骆明非、凌健、刘燕、王洪涛、朱冉、乔旭、刘林文、宋伟宏、刘磊、杜海鹰。

# 变压器产品生命周期评价方法

## 1 范围

本标准规定了变压器产品的生命周期评价和生命周期报告。

本标准适用于变压器产品的生命周期评价,以及变压器产品依据 GB/T 24025—2009 做出Ⅲ型环境声明。

注:根据 GB/T 24025—2009,本标准是变压器产品进行Ⅲ型环境声明的产品种类规则,在进行Ⅲ型环境声明时使用产品种类规则有助于保证生命周期评价结论的可信度与可比性。

本标准适用于 GB/T 1094.1 规定的电力变压器,包括直接供给终端用户的变压器(最终产品)和作为设备一部分的变压器(中间产品)。其他类似变压器产品也可参照使用。

## 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 1094.1 电力变压器 第1部分:总则
- GB/T 24025—2009 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序
- 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 37552—2019 电子电气产品的生命周期评价导则

## 3 术语和定义

GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为便于使用,以下重复列出了 GB/T 24040—2008 的某些术语和定义。

### 3.1

#### Ⅲ型环境声明 type Ⅲ environmental declaration

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明,必要时包括附加环境信息。

注1:预设参数基于 GB/T 24040—2008。

注2:附加环境信息可以是定性的也可以是定量的。

注3:改写 GB/T 24025—2009,定义 3.2。

### 3.2

#### 功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

注1:如果生命周期评价针对某个产品,则功能单位也可以是产品单位。

注2:改写 GB/T 24040—2008,定义 3.20。

### 3.3

#### 系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[GB/T 24040—2008,定义 3.32]

### 3.4

#### **取舍准则 cut-off criteria**

对于单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做出的规定。

[GB/T 24040—2008, 定义 3.18]

### 3.5

#### **分配 allocation**

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[GB/T 24040—2008, 定义 3.17]

### 3.6

#### **基准流 reference flow**

在给定产品系统中,为实现一个功能单位的功能所需的过程输出量。

[GB/T 24040—2008, 定义 3.29]

### 3.7

#### **基准产品 reference product**

由制造商提供、在生命周期评价中模拟且可实现所规定功能单位的产品或产品系统。

[GB/T 37552—2019, 定义 3.13]

### 3.8

#### **基准寿命 reference life time**

依据一套特定使用条件所预期的寿命,且可用于预估在其他使用条件下的寿命。

注 1: 改写 ISO 21930, 定义 3.25。

注 2: 基准寿命也称为“典型寿命”,是用于计算用途的理论周期。可能与产品最短、平均或实际寿命不同。

[GB/T 37552—2019, 定义 3.14]

## 4 产品生命周期评价

### 4.1 产品描述

产品描述应使用户能够明确地识别产品,例如:

- a) 产品名称;
- b) 产品的型号、规格或外形尺寸;
- c) 产品重量相关参数;
- d) 产品的主要技术参数和性能;
- e) 产品满足的相关质量标准;
- f) 产品所获取的其他标志等。

可参照相关变压器标准的要求进行描述。

### 4.2 生命周期评价范围

#### 4.2.1 功能单位

本标准以“1 台变压器”作为功能单位,对功能单位的描述应包括,但不限于:

- a) 产品的功能(即对用户的服务);
- b) 额定容量;

- c) 额定电压；
- d) 额定频率；
- e) 相数；
- f) 冷却方式；
- g) 基准寿命(设计寿命)。

注：1 台三相干式配电变压器，额定容量为 315 kVA，额定电压为 10/0.4 kV，额定频率为 50 Hz，冷却方式 AN/AF，基准寿命 20 年。

对应功能单位的基准流包括：

- a) 实现功能单位所述功能的基准产品；
- b) 未在基准产品中出现的材料，例如，制造阶段损耗的材料；
- c) 基准产品包装；
- d) 在基准产品安装时所使用的必要产品。

4.2.2 系统边界

GB/T 37552—2019 的 4.2 适用于本标准。具体见图 1 所示。

对于作为最终产品的变压器，应开展全生命周期评价；对于作为中间产品的变压器，可开展部分生命周期评价，即从原材料获取至产品制造阶段。

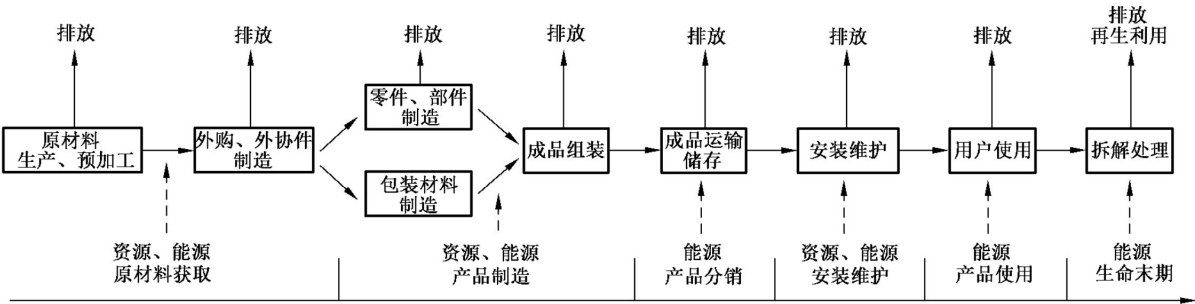


图 1 变压器生命周期系统边界图

4.3 数据收集

4.3.1 默认情景

4.3.1.1 一般要求

GB/T 37552—2019 的 4.3.1 适用于本标准。除此之外，本标准针对使用阶段和生命末期阶段的默认情景提出了具体要求。

4.3.1.2 使用阶段

4.3.1.2.1 能耗计算

变压器在基准寿命中使用阶段的能耗可参照式(1)~式(5)计算。

$$\Delta P = P_0 + \beta^2 \times P_K \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta P$  ——有功损耗，单位为千瓦(kW)；

$P_0$  ——空载损耗，单位为千瓦(kW)；

$\beta$  ——变压器年平均负载率,无量纲;

$P_K$  ——额定负载损耗,单位为千瓦(kW)。

$$\Delta Q = Q_0 + K_Q \times \beta^2 \times Q_K \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\Delta Q$  ——无功损耗,单位为千瓦(kW);

$Q_0$  ——空载无功损耗,单位为千乏(kvar);

$K_Q$  ——无功经济当量,单位为千瓦每千乏(kW/kvar);

$\beta$  ——变压器年平均负载率,无量纲;

$Q_K$  ——额定负载漏磁功率,单位为千乏(kvar)。

$$Q_0 = I_0 \times S_N \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$Q_0$  ——空载无功损耗,单位为千乏(kvar);

$I_0$  ——变压器空载电流百分比,用百分数(%)表示;

$S_N$  ——变压器额定容量,单位为千伏安(kVA)。

$$Q_K = U_K \times S_N \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$Q_K$  ——额定负载漏磁功率,单位为千乏(kvar);

$U_K$  ——短路阻抗百分比,用百分数(%)表示;

$S_N$  ——变压器额定容量,单位为千伏安(kVA)。

$$\Delta P_Z = \Delta P + K_Q \times \Delta Q \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$\Delta P_Z$  ——总损耗,单位为千瓦(kW);

$\Delta P$  ——有功损耗,单位为千瓦(kW);

$K_Q$  ——无功经济当量,单位为千瓦每千乏(kW/kvar);

$\Delta Q$  ——无功损耗,单位为千瓦(kW)。

以上参数应根据产品具体情况确定。示例如下:

对城市电网和工业企业电网使用的 6 kV~10 kV 降压变压器取系统最小负荷时,其无功当量  $K_Q=0.1$  kW/kvar;变压器年平均负载率,对于农用变压器,可取  $\beta=20\%$ ;对于实行三班制的工业企业,可取  $\beta=75\%$ ;  $P_0$ 、 $P_K$ 、 $I_0\%$ 、 $U_K\%$  见产品资料。

#### 4.3.1.2.2 维护要求

如适用,应说明产品的维护频率和维护使用的零部件及材料。

#### 4.3.1.3 生命末期阶段

应对生命周期的所有要素考虑以下处理环节,并在生命周期评价报告中记录:

- a) 产品/材料处置过程(能量回收、填埋);
- b) 产品/材料循环利用(再使用、再生利用或能量回收)。

如果无法获得生命末期处理的数据,则应考虑生命末期废弃物运输以及废弃物材料种类。

#### 4.3.2 数据单位

GB/T 37552—2019 中的 4.3.2 适用。

4.3.3 数据收集要求

GB/T 37552—2019 中的 4.3.3 和 4.3.4 适用。

4.3.4 数据质量评估

GB/T 37552—2019 中的 4.4 适用。

4.3.5 取舍准则

GB/T 37552—2019 中的 4.5 适用。

4.3.6 分配原则

针对变压器制造阶段,宜尽可能收集基准产品的现场数据。在无法确定基准产品现场数据的情况下,如果产品主要材料、功能相似,可按照产品的额定容量等关键因素分配数据。

4.4 环境影响指标

变压器的生命周期评价报告中应至少包括 GB/T 37552—2019 中表 A.1 的“全球变暖潜势(Global Warming Potential, GWP)”及“非生物资源消耗潜值(Abiotic Depletion Potential, ADP)”等两种生命周期环境影响指标。

4.5 同质环境家族推断规则



GB/T 37552—2019 中的 4.7 适用。

5 生命周期报告

生命周期报告应包括 GB/T 37552—2019 第 5 章规定的内容,并包括制造阶段的工艺流程图,示例参见附录 A。



附 录 A  
(资料性附录)  
变压器产品制造阶段工艺流程图示例

生命周期报告中的变压器产品制造阶段工艺流程图示例见图 A.1 和图 A.2。

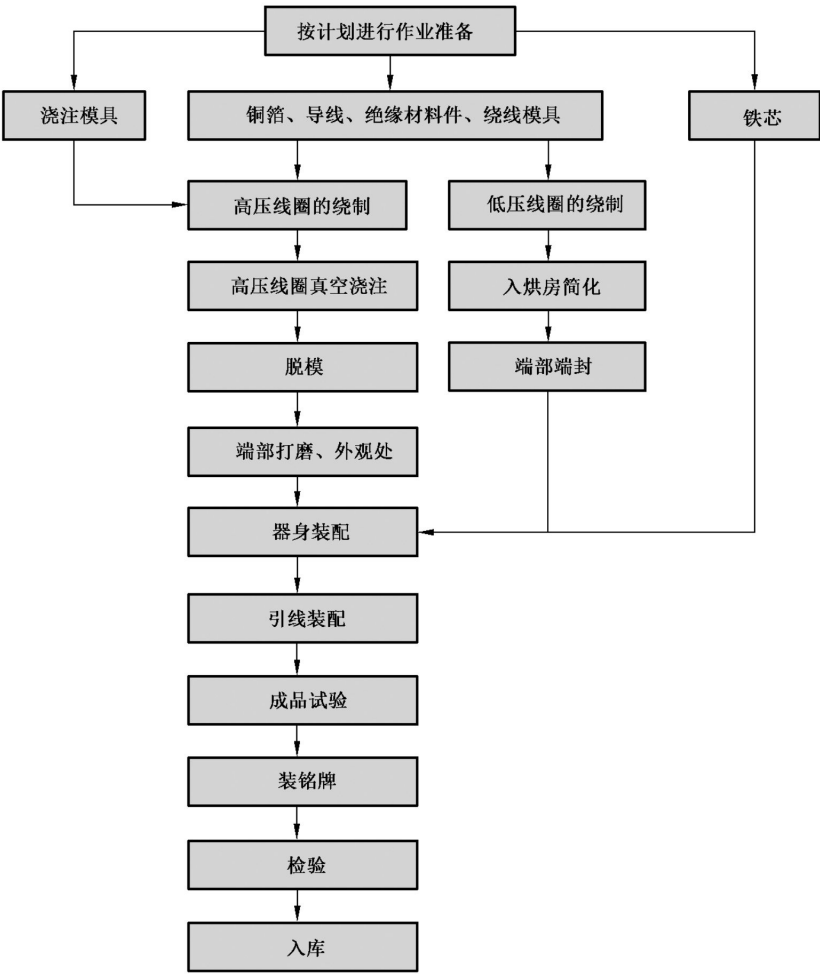


图 A.1 液浸式变压器生产工艺流程示意图

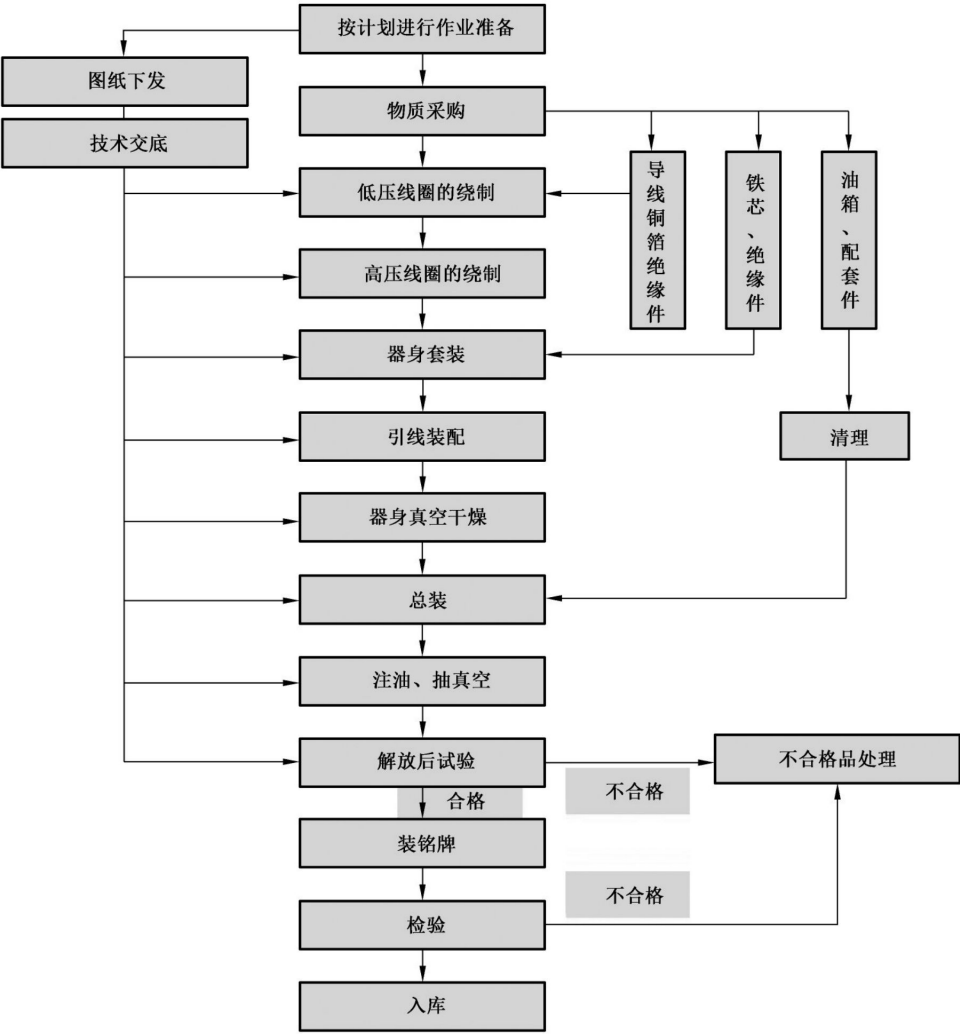


图 A.2 树脂浇注干式变压器生产工艺流程示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 24024—2001 环境管理 环境标志和声明 I 型环境标志 原则和程序
- 

