



中华人民共和国国家标准

GB/T 24256—2009

产品生态设计通则

General principle and requirements of eco-design for products

2009-07-10 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国环境管理标准化技术委员会(SAC/TC 207)提出并归口。

本标准负责起草单位：中国标准化研究院、中国人民大学、清华大学、中国科学院生态环境研究中心、合肥工业大学、中国环境科学研究院、北京电工经济技术研究所、国际铜业协会。

本标准起草人：黄进、林翎、靳敏、段广洪、杨建新、刘志峰、周仲凡、陈妙农、杨雪燕、高东峰、陈健华。

本标准为首次发布。

产品生态设计通则

1 范围

本标准规定了进行产品生态设计时的通用原则和要求。

本标准适用于直接参与产品设计和开发过程的人员、负责制定组织政策的决策者和制定产品标准的人员。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语

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 20861 废弃产品回收利用术语

3 术语和定义

GB/T 19000、GB/T 24001、GB/T 24040、GB/T 20861 给出的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

产品 product

由物质和能量转换成的有形单元(物品)。

3.2

供应链 supply chain

在过程 and 活动中以产品的形式递送给使用者的上游和下游的联接。

注：实际应用中，也常用“连结链”或“产品链”表述产品从供应方到那些生命周期终止的过程。

3.3

产品环境影响评价 environmental impact assessment on product(EIAP)

对产品的原材料获取、生产、销售、使用和处置全生命周期阶段可能造成的环境影响，包括物理性、化学性或生物性的作用及其造成的环境变化，进行系统地分析、预测和评估，提出预防或者减轻不利环境影响的对策和措施，并进行跟踪监测。

3.4

设计和开发 design and development

将各项要求转化成产品、过程或产品系统的特性、规格的一系列活动。

3.5

设计规范 design specification

描述如何满足功能要求的规范，这些功能要求是通过性能规范确定的。

3.6

性能规范 performance specification

根据要求，详细说明功能要求、产品必须运行的范围、界面和互换特性的说明。

3.7

产品生态设计 eco-design for product(ECD)

又称“环境意识设计”、“绿色设计”或“环境化设计”，指为提高产品生命周期内的环境绩效，优化产品的环境影响而将环境因素引入产品的设计和开发的活动中。

4 产品生态设计的目的和基本原则

4.1 目的

产品生态设计的目的在于减少产品对环境的污染，提高产品的可再生利用率，以减少产品整个生命周期中产生的不利环境影响，开发更生态、更经济、可持续发展的产品系统。

4.2 潜在利益

在努力达到这个目的的过程中，组织、顾客和其他利益相关方都可以获得多方面的利益。这些利益包括：

- 4.2.1 限制有害物质的使用、提高能源利用效率、采用高效的工艺过程，减少废弃物的处置，降低成本。
- 4.2.2 提高员工的工作动力和产品知识，促进产品革新和创新，增强竞争力。
- 4.2.3 改善产品功能，满足或超越消费者的期望，提升品牌形象。
- 4.2.4 通过减少对环境的负面影响，改善与执法者的关系。
- 4.2.5 改进内外信息交流，密切与供应链的关系，保障产品质量，降低风险。
- 4.2.6 提高投资方的信任度。

4.3 产品生态设计的基本原则

4.3.1 依据循环经济理论

循环经济是指在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称。产品设计应考虑便于产品生命周期的每一个阶段产生的废弃物，包括流通、消费后废弃的产品的拆解和回收，特别是废弃产品、元件和材料的再使用和再循环。应采取适当措施以保证生产商不通过特殊的设计限制产品的再使用，除非特殊设计或制造过程具有独到的优势，保护环境和/或安全要求。减量化、再利用、资源化要求在从事工艺、设备、产品和包装物设计时，按照节能降耗和削减污染物的要求，优先选择无毒、无害、易于降解、便于回收和再生利用的材料和设计方案，尽可能减少包装物的体积和重量，减少包装废物的产生。

4.3.2 依据产业生态学理论

从产业生态学角度看，传统绿色设计虽然已经从环境保护的角度考虑产品的设计，但还存在相当的局限性；产品生态设计不单指可回收、可重复使用、可拆卸、模块化，而应从真正意义上少动或不动自然界本身的东西。

产业生态学理论阐述了产品生态设计应依据以下原则：

- 尊重自然、整体优先的设计原则；
- 同环境协调，充分利用自然资源的生态设计原则；
- 发挥自然的生态调节功能与机制设计原则；
- 生态设计的参与性与经济性原则；
- 乡土化、方便性、人文性原则。

4.3.3 依据生命周期理论

产品生命周期理论是考虑产品设计、原材料提取和加工、生产、包装、运输、经销、使用、报废及以后的处理、处置等阶段的环境影响，并通过生态设计减少环境影响。生命周期评价的原则和要求参考国家标准 GB/T 24040 和 GB/T 24044。

产品可能包含一系列环境因素(如产生排放、消耗资源)，进而造成环境影响(如空气、水体和土壤污染，气候变化等)。产品的环境影响很大程度上是由产品生命周期各个阶段材料和能量的输入和输出产

生的。图 1 为产品生命周期环境影响的输入和输出及示例。

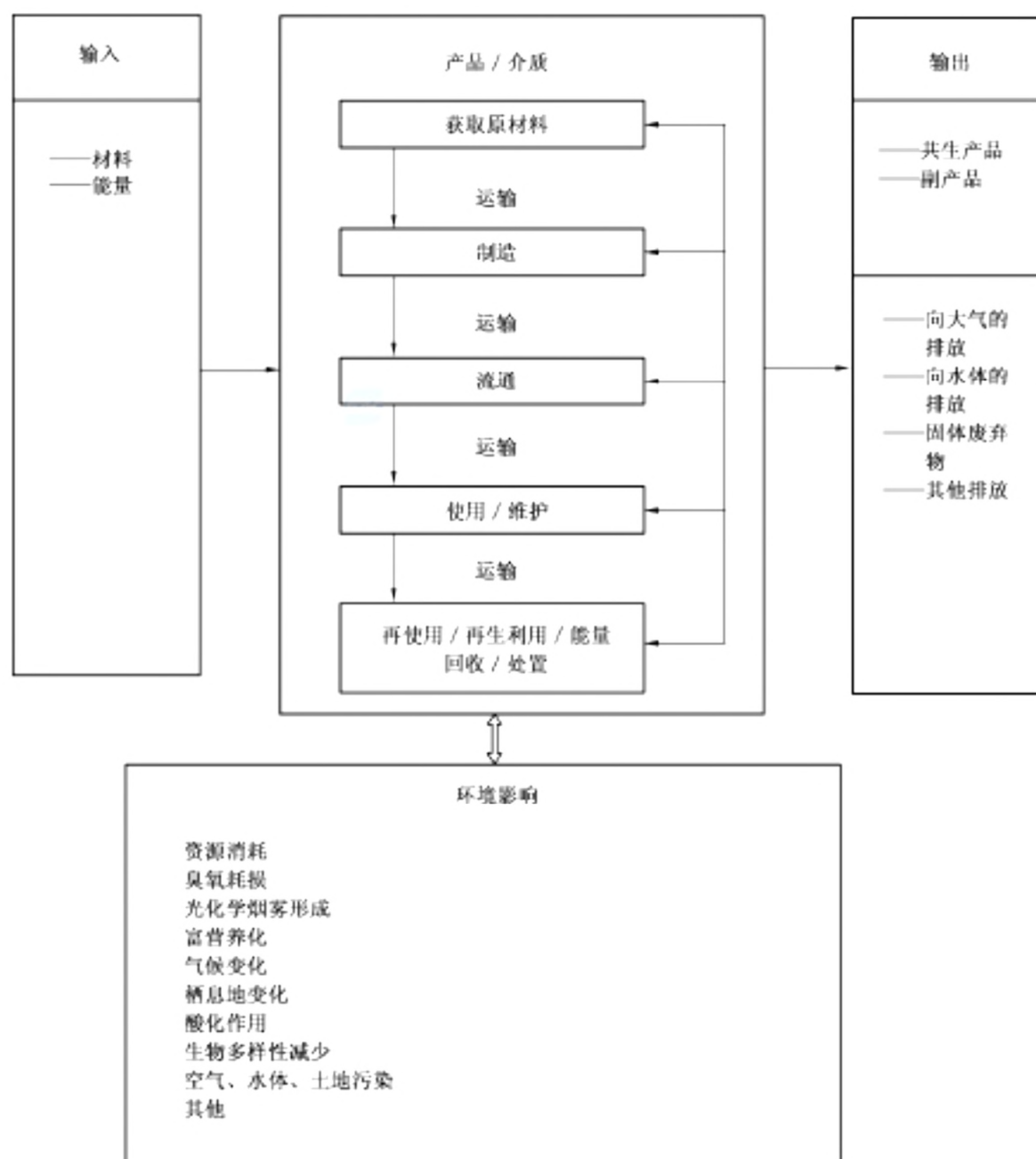


图 1 产品生命周期环境影响的输入和输出及示例

4.3.4 考虑政策法规和利益相关方的要求

产品生态设计应在政策法规和利益相关方要求的框架内实施，组织在实施生态设计时应定期检查和了解这些要求的相关变化。

政策法规和利益相关方的要求包括：

- 国家和国际法规的限制性要求 and 责任；
- 技术标准和自愿协议；
- 市场或者消费者的需求、发展趋势和期望；
- 社会和投资者的期望。

5 产品生态设计的通用要求

产品生态设计应运用多准则概念,综合考虑成本、环境影响、产品性能、法规要求、最佳可行技术以及客户需求等方面。要权衡有毒有害材料替代、可回收、材料优化、节能、运输物流、可再生能源等各种因素,在设计中灵活确定取舍,将这些通用要求融入产品设计中。

5.1 环境要求

产品生态设计的环境要求有助于识别和制约产品对环境的影响和对人类健康与安全的风险,主要包括:将原材料消耗、能源消耗、废物产生、健康和安全的风险以及生态破坏等降到最低。

5.2 功能要求

产品的功能要求取决于产品体系的整体功能性,主要涉及产品使用寿命、产品运行状况等方面。在考虑产品环境要求的同时,应适当考虑可耐用性、可升级性、可靠性、可维修性、可再制造、可重复使用性以及对环境产生不良影响部件的易拆解(分离)性和易回收性等。

5.3 经济性要求

产品的质量水平(包括环境效益)同成本密切相关,产品的成本不仅取决于材料选择和使用,制造过程的工艺技术和设备以及人力资源的投入,还受产品生命周期其他阶段(如产品销售到使用后淘汰处置)的各种因素的影响;产品设计时,在考虑产品满足环境要求和功能要求的同时,还要考虑其经济性和市场的可接受性。

5.4 法规要求

产品应满足已颁布和执行的所有法规要求,同时还应考虑正在制定的和即将出台的法规要求。

5.5 最佳可行技术要求

产品生态设计应避免局限性和主观性,应鼓励采用现有技术水平下可以获得的最好的技术方案。

5.6 客户需求

产品生态设计应充分考虑客户需求,包括形状、样式、颜色、材料、结构、外观舒适性等文化需求。

6 产品生态设计的过程

产品设计的过程如图2所示,它是一个不断反馈、不断完善的过程,强调的是持续改进。

6.1 确定设计的产品和目标

组织可根据其业务活动,法律、法规的要求,用户需求以及市场中同类产品的情况,选择确定进行生态设计的产品和应达到的目标。

6.2 计划与组织

6.2.1 管理者应做出改进产品设计的决定。组织在环境管理方针中应有改进产品的环境表现及实施生态设计的要求。

6.2.2 为满足生态设计要求,组织应建立一支由多方面专业人员(包括技术、法规与环境管理人员、销售与服务人员)参与的设计队伍,明确职责。这些人员不是固定的,参与程度可随设计进度不同而不同。

6.2.3 制定设计计划。根据选择的产品和组织的能力,制定切合实际的设计改进计划。计划包括设计实施的时间进度和费用。在实施过程中,可根据实际情况对计划进行修订。

6.2.4 组织应按照质量管理体系的要求,建立产品设计质量保证体系,并满足产品环境的、社会的和经济可行的要求,使组织在达到改进产品环境性能的目标下,获得最大的经济效益。

6.2.5 根据产品生命周期和生态设计理论,结合组织产品的实际情况,确定产品生态设计的策略。

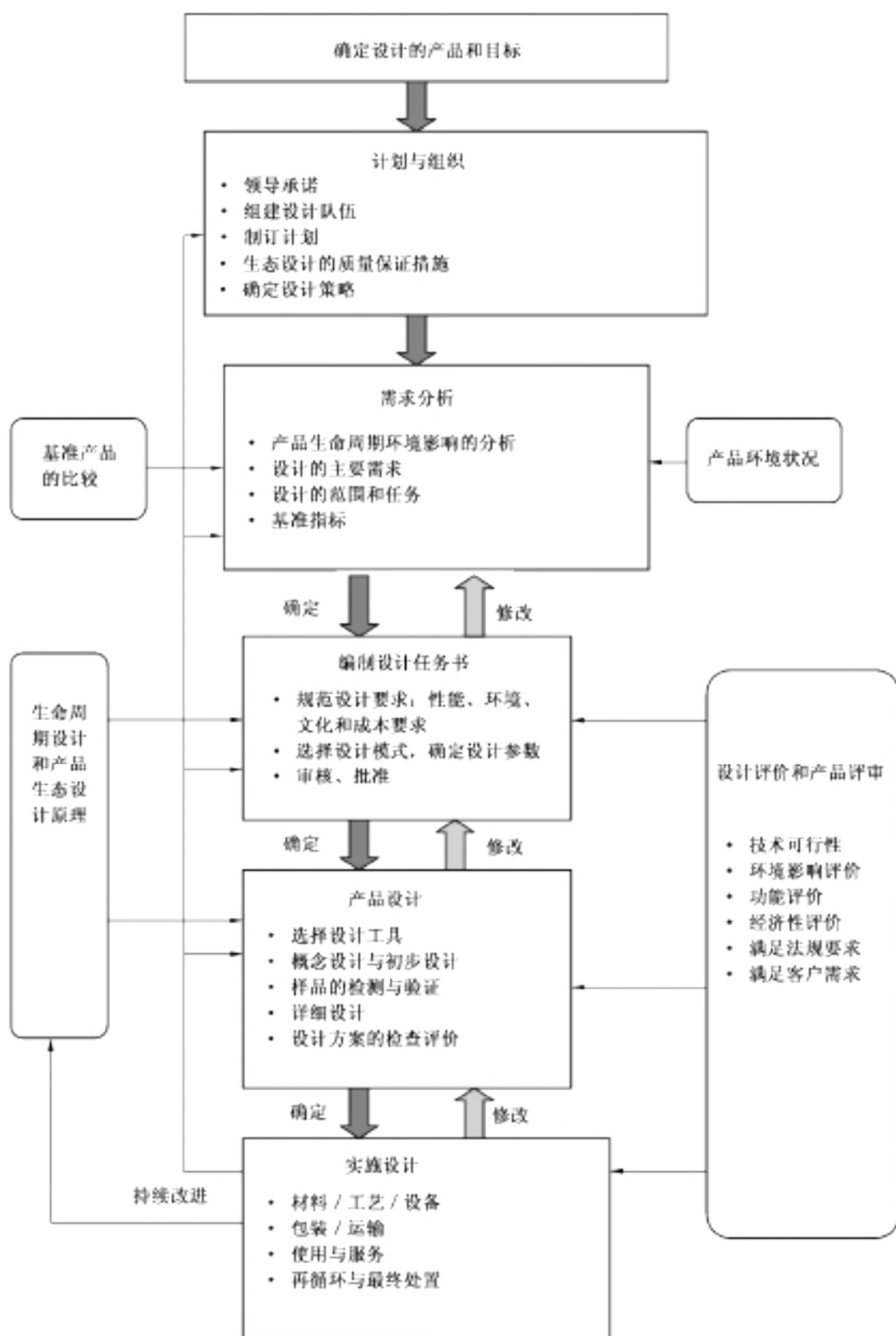


图 2 产品生态设计过程示意图

6.3 需求分析

6.3.1 应检查产品及其零部件制造、使用、废弃后再利用及处置状况,进行生命周期清单分析,对产生的环境影响进行评价。确定产品的主要环境因素,提出改进环境绩效的机会。如有可能,选择一个参考产品,进行产品生命周期分析和评价其对环境的影响。

6.3.2 对用户进行产品改进的需求调查。产品的设计必须满足用户的需求,通过用户的反馈、市场调查,分析竞争对手与环境有关的活动,确定用户对产品与环境有关的要求,提供改进设计的建议。设计新产品或改进产品后,也要通过试销,征求用户的意见。这些意见也是评价设计成功与否的依据之一。

6.3.3 组织还要调查法律法规对产品的环境要求,尤其是销售地区的地方法规的要求。

6.3.4 产品销售、使用和用后再循环与处置情况的调查反馈,也是获得产品改进设计的信息来源。

6.3.5 对提出的各种需求进行权衡,确定设计的范围和任务。选择主要的设计需求和设计的主体。产品体系设计的范围可以是:

- 全生命周期的;
- 部分生命周期的;
- 单个阶段或局部的。

设计范围确定后,即可提出设计进度安排和费用概算。

6.3.6 建立设计的基准指标。应用特定的方法或工具,把环境要求以可计量物理量转换为产品特性。在需求分析过程中,应建立设计需要的数据库,并不断完善必要的基准数据,也可通过与有竞争力产品的对比分析,建立设计的基准数据。

6.4 编制设计任务书

6.4.1 设计任务书是设计的依据,要严格界定产品设计的范围、特定的设计方法和设计的目标。

6.4.2 选择合适的设计模式,制定设计参数。

6.4.3 将设计需求转换为具体的规范,明确产品的设计要求。如将满足环境目标,通过原材料、功能、成本、供应与分销的选择等措施,纳入产品设计规范。采用设计要求检查表和矩阵表,及质量功能展开方法(QFD),有助于确定产品设计要求。

6.4.4 在设计过程中考虑产品生命终结(末端)的处理(再使用、再生利用和处置)要求,并选择合适的处理方法,估计其成本。

6.4.5 组织有关人员和专家对编制的设计任务书进行评审报批。

6.5 产品设计

6.5.1 选择应用与环境协调的产品设计工具,如生命周期评价(LCA),优化产品设计。

6.5.2 进行产品的初步设计。在这一阶段要充分考虑生态设计的通用要求,将设计要求贯穿到产品的各组成元素,完成产品样品设计。有些复杂的产品,在进行初步设计之前,还需要进行概念设计,以综合分析如何将设计要求体现在产品设计中。

6.5.3 样品的检查与验证。样品应通过性能检测和使用试验,以及用户试用的反馈,并对其进行环境影响评价,评估其是否达到了设计要求和目标。

6.5.4 样品的详细设计。这个阶段应完成产品的最终设计方案,包括:详细的产品设计制造图、工程施工图、工艺流程图、材料选择要求、产品使用后的处理要求等。

6.5.5 修改完善设计方案。应运用设计原则评价产品对生态设计目标的满足性,还要运用环境影响评价方法评估整个产品生命周期的环境绩效(如有可能,与一个参照产品比较)。设计中每个阶段也要定期进行检查、评价,以不断修改完善产品设计。

6.6 实施设计

6.6.1 选择合适的工艺设备、原材料和能源,确定合格的原材料、零部件供应商,并要求供应商提供与产品相关的环境信息;按设计的工艺要求,采购、安装生产设备。

6.6.2 制定与产品环境要求相一致的产品包装、运输准则,设计与其相协调的分销体系,以达到能耗最

小,再循环性最大和成本可行。

6.6.3 提供产品使用手册(包括产品最佳使用方法和用后处置的信息),以安全和符合环境要求的方式,为用户提供产品使用指南。建立系统的、规范的产品售后维修服务和回收体系,满足产品再使用、再循环的要求。

6.6.4 应按照环境影响最小的原则,选择产品的最终处置方法。如有必要,应为再循环者提供最终处置指南。

6.6.5 定期评价和反馈产品生命周期各阶段的环境影响,并确保将发现的问题和获得的经验,反馈到产品改进的计划和设计阶段,以继续完善生态设计。

6.7 设计评价和产品评审

6.7.1 设计评价是一个反复的过程,贯穿于产品生态设计的主要过程,包括编制产品设计任务书、产品初步设计和实施设计等各个阶段。主要评价内容包括:设计工具的适当性、设计方案的技术可行性、环境影响评价、经济性评价、生态设计目标和原则的符合性评价等。

6.7.2 设计评价的结果应及时反馈到相应的产品生态设计各阶段,以不断完善设计工具、设计方案和产品改进计划。

6.7.3 产品评审是产品投放市场后组织实施的用以评价产品生态设计过程是否满足产品生态设计目标和需求的过程,评审结果可反馈于产品设计的修正和新产品开发的策划过程。

7 产品生态设计的评价指标体系

产品生态设计是一个持续改进的过程,对产品生态设计的过程须不断进行评价,及时发现问题,并不断予以改进,循环往复,以便为设计决策提供依据。

产品生态设计应考虑产品生命周期的各个阶段的资源消耗、能源消耗、环境影响、人体健康等多方面的因素,同时也应该考虑生命周期中与环境有关的各种技术指标,其评价指标如下所示。

7.1 资源和能源消耗

7.1.1 自然资源。

7.1.2 不可再生资源。

7.1.3 再生资源。

7.1.4 能源节约。

7.1.5 清洁能源。

7.2 环境污染

7.2.1 废水排放。

7.2.2 废气排放。

7.2.3 噪声污染。

7.2.4 固体废弃物的产生。

7.2.5 辐射污染。

7.2.6 电磁场。

7.3 生物特性

7.3.1 对生物产生的毒性。

7.3.2 废弃产品的生物降解性。

7.4 人类健康

7.4.1 致癌、致基因突变、生殖毒性物质。

7.4.2 高持久性、高生物累积性毒性物质。

7.4.3 经科学证明,证实可能对人体或环境造成以上危害的物质。

附 录 A
(资料性附录)
产品生态设计的方法

产品生态设计要求在设计过程中应对产品概念的形成、生产制造、使用以及废弃后的回收处理等生命周期各个阶段的客户需求及产品特点进行综合考虑,进而设计出环境友好型的产品。由于产品生态设计的复杂性,仅采用单一的产品设计方法已不能很好地完成设计任务。典型的产品生态设计体系主要涉及以下设计方法:

- a) 产品生命周期设计方法。即从产品概念设计阶段一开始就要考虑产品生命周期的各个环节,包括设计、研制、生产、供货、使用,直到废弃后拆卸回收或处理处置,以确保满足产品的绿色属性要求。
- b) 并行设计方法。并行工程是现代产品开发的一种模式和系统方法,它以集成、并行的方式设计产品及其相关过程,力求使产品开发人员在设计一开始就考虑产品生命周期全过程的所有因素,包括质量、成本、计划进度和用户的要求等,最终使产品达到最优化。
- c) 模块化设计方法。模块化设计就是在对一定范围内的不同功能或相同功能不同性能、不同规格的产品进行功能分析的基础上,划分并设计出一系列功能模块,通过模块的选择和组合可以构成不同的产品,以满足市场的不同需求。模块化设计可将产品中对环境或人体有害的部分、使用寿命相近的部分等集成在同一模块中,便于拆卸回收和维护更换等;同时还可以简化产品结构。
- d) 面向环境的质量功能展开方法(Quality Function Deployment for Environment, QFDE)。将质量功能配置与生命周期设计相结合,将用户的需求利用质量功能配置方法,并依据其生命周期设计的生产、制造使用及废弃等各个阶段,分别转换为工程技术特性,以满足消费者的需求。通过运用 QFDE 方法,用户的环境质量需求(例如,可更新、节能、可回收)可以转换为产品的设计特征(例如,易拆卸、提高回收效率、减少零件数量、提高动力系统的能量转化率等)。从而使产品设计进一步符合生态设计的要求,提升产品的市场竞争力。

为了能够将上述方法用于实际产品设计,需要构建企业产品生态设计软件平台,该平台应具备如下主要功能。

A.1 面向产品全生命周期的客户需求采集与分析

采用合理的方法和手段对客户需求进行采集,并对错综复杂的客户需求进行分解与分析,重点提取出客户对产品环境性能的需求。通过一定的转换方法,将得到的各种客户需求转换为产品的设计参数。为实现上述功能,本平台主要包括了如下模块:

- 市场分析:采用一定的技术手段进行市场调查,把握市场动态,了解客户对企业产品生态设计的需求,便于对产品市场进行细分,以使产品尽可能地满足不同客户的需求。
- 客户群细分:采用一定的技术手段对市场分析的结果进行处理,从产品生态设计的角度对客户群体进行细分,以便在市场变化的早期进行产品规划工作,尽可能地做到企业产品生态设计的进程与市场变化同步。
- 客户需求采集:对市场分析模块与客户群细分模块的实现提供技术支持。
- 客户需求环境因素提取:采用一定的技术手段,从烦杂的客户需求的将与产品环境性能相关的需求提取出来。
- 设计参数生成:采用一定的技术手段,将整理完毕的客户需求转换为产品设计参数。

A.2 产品生态设计的材料分析与选择

结合环保指令及法律法规的要求,提供产品零部件设计备选材料的环境性能分析,对产品设计中的材料选择过程给予支持。

A.3 产品拆卸与回收性能分析

对产品可拆卸性与可回收性进行分析,以便在产品阶段就能确定产品的拆卸难易程度,回收率的大小、拆卸回收成本等。要实现上述功能,本平台主要包括如下模块:

- 产品结构信息拾取:对产品的三维模型进行识别与处理,将产品的具体结构信息识别出来,主要包括产品零部件基本信息、零部件之间的装配关系等。
- 产品拆卸路径规划:以拾取到的产品结构信息为基础,采用一定的技术手段,综合考虑相关技术因素与客户需求,对产品拆卸路径进行分析与规划。
- 产品回收性能分析:给出产品的回收手段、回收率、回收经济性等相关技术指标。

A.4 面向生态设计的产品评价体系

从材料、能源、生产、使用、维护以及回收、报废等环节,对产品生命周期的特点和环境影响因素进行分析,实现基于完整可靠数据的、考虑环境友好性的产品评价;选择合适的评估方法,支持不同阶段的设计结构或方案评估;同时建立评估反馈体系,以支持不同阶段的设计修改和完善。

A.5 设计流程管理

对产品生态设计的整个过程进行系统控制,协调各个设计环节的设计进度及设计过程中出现的问题。要实现上述功能,本平台主要包括如下模块:

- 方案设计管理:对产品方案的形成过程进行管理,从产品的概念设计阶段对产品的环境性能进行控制。
- 设计过程管理:对除方案设计过程之外的其他设计过程进行协调管理。

A.6 数据支持

构建产品生态设计方法和应用案例知识库,以及产品生态设计支撑数据库与知识库,为产品生态设计全过程的顺利实施提供数据支撑及技术保障。

A.7 生态设计文档自动生成

自动生成满足企业需求及相关指令要求的生态设计文档。

参 考 文 献

- [1] 欧洲议会和欧盟理事会第 2005/32/EC 号指令 2005 年 7 月 6 日为规定用能产品的生态设计要求建立框架并修订第 92/42/EEC 号和第 96/57/EC 号理事会指令与欧洲议会和欧盟理事会第 2000/55/EC 号指令(EuP)
- [2] GB/T 24062—2009 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发
- [3] IEC 114 导则 环境意识设计 将环境因素引入电工产品设计和开发
- [4] EU COM(2001)68 整合产品政策绿皮书
- [5] ECMA 341 环境思考 电子产品环境设计
- [6] IEC 62430 电气电子产品和系统环境意识设计
-